PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2000241782, A

(43) Date of publication of application: 08.09.00

(51) Int. CI

G02F 1/11 H04B 10/02

(21) Application number: 11042082

(22) Date of filing: 19.02.99

(71) Applicant:

FUJITSU LTD

(72) Inventor:

KAI TAKETAKA ONAKA HIROSHI SAITO YOSHIHIRO

KUBODERA KAZUMASA

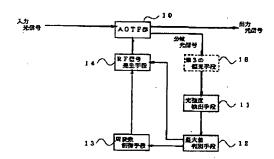
(54) VARIABLE WAVELENGTH SELECTIVE FILTER AND BRANCHING/ INSERTING DEVICE

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To select an optical signal of a desired wavelength even in the case of a temp. change and a secular change, etc.

SOLUTION: Relating to this device, the light intensity of the optical signal branched is detected by an acoustooptical tunable filter(AOTF) part 10° to be outputted while changing a frequency of an RF signal generated by an RF signal generation means 14 by a maximum value discrimination means 12. The maximum value discrimination means 12 discriminates a maximum value for the optical signal of the prescribed wavelength from the detection value. A frequency control means 13 applies the frequency of the RF signal imparting the maximum value to the AOTF part 10. Thus, the optical signal of the desired wavelength is branched/inserted precisely.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



	r		
		•	
			,
•			
	•		
,			

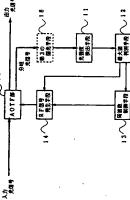
テーマコード(参考)	5 0 2 ZH079	U 5K002
	1711	00/6
Ŧ	G 0 2 F	H04B
做別記号	502	
	1/11	10/02.
(51) Int. C1.7	G 0 2 F	H04B

	番査請求 未請求 請求項の数20	0 F	(全35頁)
(21) 出願番号	特爾平11-42082	(71)出願人 000005223	000005223
	٠		富士通株式会社
(22) 出版日	平成11年2月19日(1999. 2.19)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1
•			中
		(72) 発明者	甲斐 雄高
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1
			身 富士通株式会社内
		(72)発明者	尾中 寬
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1
			身 富士通株式会社内
		(74)代理人 100072718	100072718
			弁理士 古谷 史旺 (外1名)
		,	最終買に続く

(54) 【発明の名称】可変被長選択フィルタおよび分岐・挿入装置

「課題」 本発明は、温度変化や経年変化などのよって 5所貿の波長の光信号を選択することができる可変波長 **毀択フィルタおよびこの可変波長避択フィルタを使用し** こ分岐・挿入装置を提供するこどを目的とする。 【解決手段】 本発明における可変被長選択フィルダお よびこの可変波長選択フィルタを使用した分岐・挿入装 値を判別する。周改数制御手段13は、この最大値を与 **置は、RF信号発生手段14によって発生するRF信号** OTF部:10によって分岐して出力される光信号の光強 度を光検出手段11によって検出する。最大値判別手段 の周波数を最大値判別手段12によって変えながら、A 12は、この検出値から所定被長の光倡号に対する最大 えるRF信号の周波数をAOTF部10に印加する。こ れによって、正確に所望の被長の光信号を分岐・挿入す ることができる。

第永県1,2,3,9,10年記載の発送の政権を表



特許請求の範囲

光を回転させることで任意の故長の光を選択し第1の出 と、前記RF信号を印加された第1の光導波路と第2の 光導被路とからの光信号を合政し光の偏光状態に対応し 加するRF信号の周故数に応じて特定故長の光信号の偏 力とし、他の被長の光は第2の出力とする可変被長選択 光入力をTMモード光とTEモード光と に分岐する第1の偏光年段と、分岐したTMモード光を 尊故する第1の光導故路とTEモード光を導放する第2 の光導波路とにRF信号を印加するRF信号印加手段 て第1と第2の出力とする第2の偏光手段とを備え、 フィルタにおいて、 |請水項1]

前記可変波長選択フィルタからの出力の光強度を検出す 前記RF伯号を発生するRF借号発生手段と、 る光強度検出手段と、

前配RF信号発生手段により発生する前配RF信号の周 受信して所定被長の光信号に対する前配光強度の最大値 皮数を変えながら前配光強度検出手段から前配光強度を を判別する最大値判別手段と、

前記最大値判別手段によって判別された光強度の最大値 を与える周波数のRF信号を発生するように前配RF信 **号発生手段を制御する周波数制御手段とを備えることを** 特徴とする可変被長選択フィルタ。

は被長分割多重方式の光信号を伝送する光伝送路に接続 【請求項2】 請求項1に配載の可変波長選択フィルタ

定波長の光信号に対する前記光強度の第1の最大値を判 別し、さらに、腋第1の最大値を与える前紀RF信号の 前配最大値判別手段は、前配RF倡号発生手段により発 ながら前配光強度検出手段から前配光強度を受信して所 関波数の前後の周波数範囲において前配R F 信号の周波 数を前記第1の周波数間隔より狭い第2の周波数間隔で て前配所定被長の光信号に対する前配光強度の第2の最 大値を判別する最大値判別手段であることを特徴とする 生する前配RF信号の周波数を第1の周波数間隔で変え 変えながら前配光強度検出手段から前配光強度を受信し 可変被長選択フィルタ。

[請水項3] 請水項1に記載の可変被長選択フィルタ において、

前記特定波長の光信号を変更する度に、前記周波数制御 手段は、前記特定被長の光信号における光強度が最大値 となるように前配RF信号の周波数を制御することを特 散とする可変被長選択フィルタ。

て第1と第2の出力とする第2の偏光手段とを備え、印 光導波路とからの光信号を合波し光の偏光状態に対応し に分岐する第1の偏光手段と、分岐したTMモード光を 均波する第1の光導被路とTEモード光を導放する第2 と、前記RF倡号を印加された第1の光導波路と第2の 光入力をTMモード光とTEモード光と の光導波路とにRF信号を印加するRF信号印加手段 [請求項4]

特開2000-241782

3

力とし、他の被長の光は第2の出力とする可変被長避択 加するRF信号の周波数に応じて特定被長の光信号の偏 光を回転させることで任意の故長の光を選択し第1の出

前記可変故長選択フィルタの散光入力側に接続され、敗 が既知である基準倡号を前記光入力に挿入する基準信号 光入力内の光信号の彼長を除いた故長であって駭故畏数 前記RF信号を発生するRF信号発生手段と、

前記可変被長選択フィルタから出力される前記基準信号 を検出する基準信号検出手段と、

挿入手段と、

前記RF倩号発生手段によって発生する前記RF倡号の 号を検出した場合における前記RF信号の周波数と前記 基準信号の被長数とに基ろいて前配可変被長踏択フィル タに入力される光信号の波長数とRF信号の周波数との **南波数を変えながら前配基準借号検出手段が前配基準信** 関係を預算する周波数領算手段とを備え 所定被長の光倡号を選択するために前配周波数演算手段 によって演算されたRF倡号の周波数を印加することを 特徴とする可変故長選択フィルタ

23

[請求項5] 請求項4に配載の可変液長選択フィルタ

前記基準信号の波長数は、前記光信号を伝送する波長帯 蚊の端の故長数であることを特徴とする可変被長選択フ において、

に分岐する第1の偏光手段と、分岐したTMモード光を 導放する第1の光導被路とTEモード光を導放する第2 【請求項6】 光入力をTMモード光とTEモード光と の光導波路とにRF信号を印加するRF信号印加手段

と、前記RF信号を印加された第1の光導波路と第2の て第1と第2の出力とする第2の偏光手段とを備え、印 加するRF信号の周波数に応じて特定波長の光信号の偏 光を回転させることで任意の故長の光を選択し第1の出 カとし、他の被長の光は第2の出力とする可変被長週択 光導波路とからの光信号を合被し光の偏光状態に対応し 9

前配可変被長選択フィルタの核光入力側に接続され、核 光入力内の光信号を含む波長帯域を増幅する光増幅器 フィルタにおいて、

前配RF倡号を発生するRF倡号発生手段と、

9

前記光増幅器で発生したASE内の特定波長の偏光を回 記させる既知の周波数の前記RF信号を発生させ、前記 スペクトルモニタからのASEの改長を検出する改長判 前記可変被長選択フィルタの出力側に接続され、前記可 変波長選択フィルタから出力される光信号の波長と核波 長における光強度とを監視するスペクトルモニタと、

によって挿入および分岐される光信号の波長数とRF信 析配被長判別手段によって判別されたASEの被長と前 **記既知の周波数とに基づいて前配可変被長週択フィルタ** 別年限と、

20

导の周波数との関係を演算する周波数演算手段とを備

所定被長の光倩母を抑入および分岐するために前配周波 数資菓手段によって演算されたRF信号の周波数を印加 することを特徴とする可変故長避択フィルタ。

【開水項7】 印加するRF個母の周波数に応じて特定 改長の光信号を選択する可変被長選択フィルタにおい 前配可変数長選択フィルタに印加する前配RF倡号を発 生するRF倩号発生年段と

と隊波長における光強度とを監視するスペクトルモニタ

とRF倩母の周波数との関係を演算する周波数微算手段 **抑配RF信号発生年段によって発生するRF信号の周波** 数を監視するとともに前配スペクトルモニタから出力さ れる波果数と前配RF信号の周波数とに基づいて前配可 変徴長型択フィルタによって選択される光信号の被長数

所定被長の光信号を選択するために前配周波数領算手段 によって資源されたRF債号の周波数を印加することを 特徴とする可変被長週択フィルタ。

前配第1の偏光手段によって分岐したTMモード光を導 【柳水項8】 入力をTMモード光とTEモード光とに 波する第1の光導波路に第1のRF個号を印加する第1 分岐する第1の偏光年段と、

前配第1の個光手段によって分岐したTEモード光を導 故する第2の光導被路に第2のRF信号を印加する第2 のRF情号印加手段と、

のRF信号印加手段と、

前配筋1のRF債母を印加された前配筋1の光導波路と 前配第2のRF情号を印加された前配第2の光導波路と からの光倩母を合故するとともに光の偏光状態に対応し て第1と第2の川力に分岐する第2の偏光手段とを備え

し、他の波長の光は第2の出力として出力する可変波長 **前配第1のRF信号の周波数および前配第2のRF信号** の周波数とに応じた特定故長の光情号を第1の出力と

【酢水頂.9】 酢水頂1に配做の可変液長選択フィルタ において、

\$

前配RF債号印加手段は、前配第1の個光手段によって 分岐したTMモード光にRF信号を印加する第1のRF Eモード光にRF債号を印加する筑2のRF債号印加手 信号印加手段と前配第1の偏光手段によって分岐したT 段との2つのRF債号印加手段であり、 **前配RF債号発生手段は、前配第1のRF債号印加手段** と前配第2のRF信号印加手段とに異なる周波数のRF **国号を供給するRF債号発生手段であることを特徴とす** る可変被長週択フィルタ。

精水項9に記載の可変被長選択フィル [開水項10]

前配可変彼長選択フィルタにより選択して出力される光 信号をTMモード光とTEモード光とに分岐する第3の 偏光手段をさらに備え、

ド光の光強度を検出する第2の光強度検出手段との2つ れるTMモード光の光強度を検出する第1の光強度検出 年段と前記第3の偏光分岐年段から出力されるTEモー の光強度検出手段であることを特徴とする可変被長選択 前記光強度検出手段は、前記第3の偏光手段から出力さ

[静水項11] - 静水項1、4、6、7、8のいずれか 項に配載の可変波長選択フィルタにおいて、

が扱大値に維持されるように前配RF倡号発生手段を制 前配可変波長選択フィルタから出力される光信号から前 **卸するトラッキング手段とをさらに備えることを特徴と** 配低周波信号を検出して前配所定被長の光信号の光強度 前紀RF傭号に低周波信号を重畳する重畳手段と、 する可変被長躪択フィルタ。

[開水項12] 開水項11に記載の可変波長選択フィ ルタであり、 2

前配トラッキング手段によって制御される前配RF信号 多重方式の光信号間隔に対応するRF信号の周波数の範 発生手段が発生するRF債号の周波数は、前配波長分割 **朋内で変化することを特徴とする可変被長選択フィル** 1 項に記載の可変波長選択フィルタは同一基板上に複数 形成され、

る温度制御手段を有することを特徴とする可変波長選択 複数の前配可変被長選択フィルタの温度を同一に制御す 71119. 1.項に記載の可変波長選択フィルタにおいて、 前配及大値判別手段によって判別された光強度の最大値 F債号発生手段を制御するとともに、前配RF債号発生 年段により発生する前配RF倡号の出力強度を変えなが ら前配光強度検出手段によって所定波長の光信号を検出 して豚所定被長の光信号に対する前配光強度の股大値を を与える周波数の前配RF借号を発生するように前配R 判別する強度最大値判別手段とをさらに備え、 前配周波数制御手段は、前配及大値判別手段によって判 別された光強度の最大値を与える周波数と前記強度最大 値判別手段によって判別された光強度の最大値を与える 出力強度との前配RF債号を発生するように前配RF債 母発生手段を制御することを特徴とする可変被長選択フ

光伝送路に接続されるとともに、印加するRF信号の周 被数に応じて特定被長の光信号を分岐及び挿入する可変

可変被長選択フィルタによって分岐した光信号を受信処 **数長選択フィルタと、前配可変被畏選択フィルタに印加** 理する受信処理手段と、前配可変被長選択フィルタに挿 する前配RF債号を発生するRF債号発生手段と、前配 入する光信号を生成する光信号生成年段とを備える分岐

前配可変波長週択フィルタは、n個の光信号を分岐また は挿入することができ、 (n+1) 個であることを特 前配尺戶信号発生手段は、 散とする分岐・椰入装圓

複数の波畏を持つ光から所定波畏の光を選択する第3の 可変被長選択フィルタを備えるとともに骸剪3の可変故 変調して前配第1の可変被長選択フィルタに挿入する光 **間号を生成する光倡号生成年段とを備える分岐・順入装 光伝送路に接続されるとともに、印加するRF信号の周** 号を選択する第2の可変被長選択フィルタを備えるとと もに眩簛2の可変被長週択フィルタによって避択された 長選択フィルタによって選択された前配所定被長の光を 【請求項16】 波長分割多重方式の光信号を伝送する の可変被長選択フィルタと、前配第1の可変被長選択フ イルタによって分岐した光信号の中から所定波長の光信 破数に応じて特定被畏の光信号を分岐及び椰入する第1 前配所定波長の光信号を受信処理する受信処理手段と、

項に配載の可変被長選択フィルタであることを特徴とす 前配第1ないし第3の可変徴長週択フィルタのうち少な くとも1つは、請求項1、4、6、7、8のいずれか1 る分岐・挿入装置。

変闕して前配第1の可変波長選択フィルタに抑入する光 光伝送路に接続されるとともに、印加するRF信号の周 破数に応じて特定被長の光信号を分岐及び挿入する第1 イルタによって分岐した光晳号の中から所定故長の光債 複数の被長を持つ光から所定被長の光を選択する第3の 間号を生成する光信号生成年段とを備える分岐・仰入鞍 号を選択する第2の可変被長選択フィルタを備えるとと 可変波長選択フィルタを備えるとともに眩绡3の可変波 の可変波長選択フィルタと、前配第1の可変波長選択フ もに該第2の可変被長選択フィルタによって選択された **長選択フィルタによって選択された前配所定被長の光を** 前配所定被長の光信号を受信処理する受信処理手段と、

6、7、8のいずれか1項に記載の可変被長選択フィル タであって眩睛水項1、4、6、7、8の可変波畏退択 フィルタを複数個縦舵に接続したことを特徴とする分岐 前配第1の可変被長選択フィルタは、請求項1、4、

【請求項18】 請求項1または請求項2に記載の可変 ·挿入装置。

分岐・挿入する分岐・挿入 (Optical Add/Drop Multipl

20

変化する前配RF偕号の周波数と眩周波数に対する前配

皮長週択フィルタと、

光強度検出手段によって検出された光強度とを配億する 記憶手段とからなるスペクトルモニタ。

特間2000-241782

€

【酢水項19】 酢水項18に配破のスペクトルモニタ において、 前配送出すべき光体号を出力する出力側に接続されると ともに抜光信号を遮断する遮断手段をさらに備えること を特徴とするスペクトルモニタ。

光伝送路に接続されるとともに、印加するRF倩号の周 複数の液果を持つ光から所定徴畏の光を選択する第3の 借母を生成する光倩母生成年段とを備える分岐・桐入裝 【前水項20】 被長分割多肌方式の光信号を伝送する イルタによって分岐した光信号の中から所定放長の光信 もに放第2の可変徴長週択フィルタによって選択された 可変波長週択フィルタを備えるとともに散算3の可変被 長週択フィルタによって選択された前配所定波長の光を 変闕して前配第1の可変被長週択フィルタに仰入する光 故数に応じて特定被提の光偶号を分岐及び抑入する第1 の可変徴長週択フィルタと、前配第1の可変被長週択フ **号を週択する第2の可変波及週状フィルタを備えるとと** 前配所定故長の光信号を受信処理する受信処理手段と、 2

前配第1ないし第3の可変被長週択フィルタのうち少な くとも1つは、前水項1、8または前水項19に配娘のス ペクトルモニタであって、

面において、

前配第1ないし類3の可変被長週収フィルタのうち少な たはスペクトルモニタとして使用するかを耐御する題択 くとも1つを可変被長期択フィルタとして使用するかま 制御手段とをさらに備え、 析配第1ないし第3の可変被長週択フィルタのうち少な タとしての機能を兼ね備えることを特徴とする分岐・抑 くとも1つは、可変被長潤択フィルタとスペクトルモニ 入装匠。

30

【発明の詳細な説明】

[000]

クに使用される光通情機器において、温度変化や稀年変 を実現する方式として、被長分削多頂 (Wavelength-div に、光通信ネットワークにおいては、ネットワーク上の する機能、光伝送路を選択する光ルーティング、クロク [発明の属する技術分野] 本発明は、光通倩ネットワー 化などによっても所留の故長の光信号を遡択することが できる可変被長選択フィルタおよびこの可変被長選択フ **ィルタを使用した分岐・桐入鞍囮に関する。 特米のマル** チメディアネットワークの情報を目指し、超長距離でか **つ大容品の光通信装置が要求されている。この大容位化** 各地点において必要において光信号を通過・分岐・何人 方式が、光ファイバの光帯城・大容量性を有効利用でき コネクト機能が必要である。このため、光信号を通過・ ision Mutiplexing、以下、「WDM」と略配する。) るなどの有利な点から研究開発が進められている。特

開発されている。このOADM装置は、固定被長の光信 DM装置と任意波長の光信号を分岐・挿入することがで 通過する光倩号に対する被長特性はフラットである。そ して、選択する故長が固定であるファイバーグレーティ ングと異なり、任意に被長を選択することができる。さ らに、可変被長選択フィルタでもあるので、端局間にお る。このような理由により、AOTFを使用したOAD exer) (以下、「OADM」と略配する。) 装置が研究 **身のみを分岐・挿入することができる波長固定型の○A** きる任意故長型のOADM装置がある。一方、音響光学 波長の光のみ抽出するように動作するため、AOTFを いて光信号を分岐・挿入する局であるトリビュータリ局 における波長蹬択フィルタとしても使用することができ チューナブルフィルタ (Acousto-Optic Tunable Filte r) (以下、「AOTF」と略記する。) は、選択する M装置が研究開発されている。

すニオブ酸リチウムの基板に2本の光導故路201、2 図である。図20において、AOTFは、圧亀作用を示 02を形成する。これら光導液路201、202は、互 いに2箇所で交叉しており、これら2つの交叉する部分 [従来の技術] 図2 0は、従来のAOTFの構成を示す に偏光ピームスプリッタ (Polarization Beam Splitte r) (以下、「PBS」と略記する。) 203、204 が設けられている。

ガイド206 が形成されている。このSAWガイド20 [ransducer] (以下、「IDT」と略配する。) 205 にRF借号を印加することによって発生する単性表面故 2本の光導波路201、202上には、金属膜のSAW 6には、節を交互にかみ合わせた電極 (Inter Digital [0003]また、2つの交叉する部分の間において、 (Surface Acoustic Wave) が伝版する。

ち、この屈折率の周期的な変化と相互作用をする波長の 3によってTEモードとTMモードに分かれて光導故路 方向が変わり、相互作用をした故長の光のみが、分岐光 [0004] このAOTFに入力する入力光は、TEモ 201、202を伝搬する。ここで、特定の周波数のR F信号を印加することにより弾性表面改がSAWガイド 206に沿って伝搬すると、SAWガイド206と交叉 している部分において2つの光導波路201、202の て、この入れ替わった光は、PBS204によって進行 として選択され、相互作用をしなかった波長の光は、透 ードとTMモードとが混在した光であるが、 PBS20 **屈折率は、周期的に変化する。このため、入力光のう** 光のみTEモードとTMモードとが入れ替わる。そし 過して出力光となる。

を起こし、特定の故長のみが各モードが入れ替わり、進 尊破路201、202を進行し、弾性表面波と相互作用 [0·005] 一方、挿入される挿入光も同様に、PBS 203によってTEモードとTMモードとに分かれて光

選択して分岐させることができ、さらに、このRF信号 の周波数を変化させることによって選択される光の故長 を変えることができるから、可変故長避択フィルタとし 4 O T F は、R F 信号の周波数に応じた波長の光のみを **行方向が変わって挿入され出力光となる。このように、**

【0006】なお、本明細番において、図20にボすニ オブ酸リチウムの基板上に形成された光を分岐・挿入

し、この本体部分に光を分岐・挿入(通過)させるため (通過) する本体部分をAOTFまたはAOTF部と称 の周辺装置を付加し、これら全体を指すときは、可変波 は、このAOTFをOADM装置に使用した発明につい は、任意故長の光を分岐・挿入することができるから、 長蹭択フィルタと称することとする。また、AOTF OADM装置に使用することができる。本特許出願人 て特願平10-090383号として既に出願してい

背号を受信処理する各構成は、各々同一であるので1つ 0383号に記載されているOADM装置について説明 する。図21は、図20に示すようなAOTFを用いた OADM装置の第1の基本構成を示す図である。図21 に示すOADM装置は、8つの故長の光倡号を分岐して 受信処理することができ、8つの波長の光信号を生成し い。また、光信号を生成する各構成も、各々同一である ので1つの構成を示し、残りの構成は、省略して図示し [0007] 次に、この未公開である特願平10-09 て挿入することができる場合を示している。ここで、光 の構成を示し、残りの構成は、省略して図示していな ていない。

がって、分配された分岐光信号の各々には、AOTF部 [0008] 図21において、WDM光信号は、AOT RF信号の周波数に対応する被長の光信号が、AOTF 分配されて分岐し、AOTF部219に入力する。した 210によって分岐したすべての故長の光信号が含まれ 亡いる。このためAOTF部219によって、光受信機 220が受信処理する液長の光信号のみが選択され、光 F部210に入力され、AOTF部210に印加された この分岐光信号は、光を増幅する光アンプ217によっ C増幅された後、1×8光カプラ218に入力する。こ の1×8光カプラ218によって分岐光信号は、8つに 部210の分岐ポートから分岐光信号として分岐する。 受信機220により受信処理される。

【0009】一方、挿入される挿入光倩号は次のように 入力する。8×8光カプラ212は、8つの波長の光を 「LD」と略配する。)211は、挿入すべき光信号の 皮長に対応する波長のレーザ光を発光し、挿入する光信 **号の数だけ、図21では、8つ用意されている。これら** 8 つのLDからのレーザ光は、8×8光カプラ212に 合波し、この合放した光を8つに分配して分岐する。分 して生成される。光顔となるレーザダイオード(以下、

で挿入光信号を生成する。生成した挿入光信号は、AO 岐した光は、光アンプ213によって増幅された後にA OTF部214に入力する。AOTF部214は、8つ の被長の光が多重する光の中から挿入光信号に使用した い波長の光を選択して出力する。AOTF部214によ この8×1光カプラ216は、各被長の光信号を合故し h、光信号となり、8×1光カブラ216に入力する。 って選択された光は、光変開器215によって変闘さ TF部210に挿入ポートに入力される。

【0010】 椰入光信号は、上述のようにAOTF部2 した彼長と同一の故長の光信号を挿入するので、AOT DM光信号とともにAOTF部210の出力ポートから は、OADM装置のWDM借号を通過・分岐・挿入する 10が所望の波長の光信号を分岐するだけでなく、分岐 F部210によって挿入され、分岐しないで通過するW WDM光信号として出力される。このように、AOTF 部分、挿入光信号を生成する部分および分岐光信号を受 信処理する部分に使用される。

[0011] 図22は、図20に示すようなAOTF部 る。図22に示すOADM装置は、8つの波長の光信号 るので1つの構成を示し、残りの構成は、省略して図示 していない。また、光信号を生成する各構成も、各々同 **一であるので1つの構成を示し、残りの構成は、省略し** を分岐して受信処理することができ、8つの故長の光信 て図示していない。さらに、図21と屆一の構成につい ここで、光信号を受信処理する各構成は、各々同一であ 号を生成して挿入することができる場合を示している。 を用いたOADM装置の第2の基本構成を示す図であ ては、同一の符号を付し、その説明を省略する。

[0012] 図22において、WDM光信号は、光カブ ラ230に入力され、この光カプラ230によってWD する。そして、この1×8光カプラ218によって8つ のAOTF部219によって、光受信機220が受信処 理する波長の光信号のみが選択され、光受信機220に M光信号は、2つに分岐する。分岐したWDM信号の一 方は、AOTF部231に入力し、他方は、光アンプ2 217によって増幅され、1×8光カプラ218に入力 17に入力する。この他方のWDM光信号は、光アンフ に分配されて分岐し、AOTF部219に入力する。 より受信処理される。

[0013] 一方、AOTF部231に入力したWDM の光信号であってWDM光信号の假数(奇数)のチャネ ルの光信号を選択し、何処にも接続していない選択ポー **劉択された故長の光倡号は、捨てられる。AOTF部2** 31を通過したWDM光信号は、AOTF部232に入 る部分のAOTF部219と同一の光倡号であってWD 光信号は、受信処理する部分のAOTF部219と同一 カする。このAOTF部232においても、受信処理す トに出力する。したがって、AOTF部231によって M光信号の奇数(偶数)のチャネルの光信号を選択し、

特開2000-241782

9

て、AOTF部232を通過したWDM光信号は、光力 何処にも接続していない選択ポートに出力する。そし プラ233に入力する。

おいてWDM光信号の偶数(奇数)番目の光信号を選択 うためである。このため、1段目のAOTF部231に させ、2段目のAOTF部232においてWDM光信号 [0014] ここで、AOTF部231、232を2段 に縦続に接続したのは、AOTFの波長選択特性の幅が 0.8mm開隔の波長の隣り合う光情号を1つのAOT Fで分岐しようとすると、クロストークが発生してしま の奇数(個数)番目の光信号を選択させて、受信するこ とができる程度にクロストークを減少させることができ 広く、「1TU-T G.692勧告」で規定される

同様に生成されるので、その説明を省略する。生成され 【0015】また、挿入される挿入光信号は、図21と た挿入光信号は、光カプラ233に入力され、AOTF 号と合波され、WDM光信号として光伝送路に送出され 号を通過・分岐・挿入する部分、挿入光倡号を生成する 部231およびAOTF部232を通過したWDM光信 る。このように、AOTFは、OADM装置のWDM信 部分および分岐光信号を受信処理する部分に使用され

[0016]

みを選択して分岐させることができるが、選択故畏に対 **信号を印加した場合に1℃温度が上昇すると選択改長が** は、上述のようにRF信号の周波数に応じた故長の光の する温度依存性が高い。具体的には、同一周波数のRF [発明が解決しようとする瞑題] ところで、AOTF

置において、0.8nm間隔で被長が配置されているW た、OADM装置に使用されるAOTFをすべて同一温 度に管理することは難しいことから、同一被長を選択す るためにすべてのAOTFに同一周波数のRF債号を印 【0017】このため、AOTFを使用したOADM装 DM光信号では、選択しようとしている故長の光信号に 対し隣の波長の光信号を選択してしまい問題である。ま 加しても同一波長の光信号を選択できないという問題が 0.8 nm (100GHz) 変化する。

故長は、AOTFの製造にともなう素子のバラツキや様 [0018] さらに、このRF信号によって選択される 年変化などにも敏感であるという問題もある。また、上 ドとTMモードとに分離し弾性表面波と相互作用させる ことによって制御していることから偏波が変化すると選 近のようにAOTFにおける被長選択は、光をTEモー 択される被長が変化するという問題がある。

[0019] さらに、AOTFは、印加するRF信号の においてAOTFによって選択ボートに出力される光の 問題もある。このことは、図22のようなOADM装置 入力強度によって選択される光の強度が変化するという

ಜ

S

ることができる可変被長週択フィルタを提供することを 目的とする。静水項14に記載の発明では、AOTFで の発明では、AOTFで使用することに好適な、温度変 使用することに好適な、温度変化や穏年変化などが生じ [0020] そこで、前水項1ないし耐水項13に配載 ても所定故長の光倩号を充分に遮断することができる可 化や穏年変化などが生じても所定被長の光信号を選択す 変波長週択フィルタを姫供することを目的とする。

出される。

ィルタを利用することによってOADM装置などに利用 **開身を分岐・抑入することができる○ADM装置を提供** [0021] 期状項15ないし削水項17に配載の発明 では、温度変化や穏年変化などが生じても所定被長の光 することを目的とする。請求項18、19に記載の発明 では、 開水項1または 開水項2に 配載の 可変波長週択フ 【0022】 翻水項20に配破の発明では、 開水項1ま たは精水項2に配載の可変被長選択フィルタを利用する ことによってスペクトルモニタの機能を兼ね備えたOA されるスペクトルモニタを提供することを目的とする。 DM装置を提供することを目的とする。 [0023]

9, 10) 図1は、開水項1, 2, 3, 9, 10に配載 【瞬題を解決するための手段】(開水項1,2,3, の発明の原理構成を示す図である。

は、AOTF部10、光強度検出手段11、最大値判別 の構成要件であり、請求項1, 2, 3, 9に配載の可変 年段12、周波数制御手段13およびRF信号発生手段 .1.4から構成されている。ここで、AOTF部10と光 **弛度検出手段11との間にある破線で示した第3の偏光** 年段18は、精水項10に配破の可変被長選択フィルタ 【0024】図1において、本可変波長避択フィルタ 故長週択フィルタの構成要件ではない。

RF信号の周波数に応じて特定被長の光信号を分岐およ ルタの原理について説明する。入力光信号は、印加する このAOTF部10は、開水項1,2,3に配載の可変 母と挿入すべき光信号とを合波するとともに合放した光 備号をTMモード光とTEモード光とに分岐する第1の 備光年段と、分岐したTMモード光を導放する第1の光 導故路とT Eモード光を導放する第2の光導被路とにR F偕母を印加するRF傭母印加手段と、このRF倩母を 印加された第1の光導波路と第2の光導波路とからの光 [0025] まず、請求項1に記載の可変波長選択フィ 破長鄧択フィルタにおいて、具体的には、受光した光信 び仰入することができるAOTF即10に入力される。

号と他の被長の光信号とに分岐する第2の偏光手段とを 備えて構成される。 【0026】この第1および第2の光導波路に印加され た、AOTF部10によって選択された光信号は、その 光強度を検出する光強度検出手段11に入力し、光強度 は、AOTF部10から光伝送路に出力光信号として送 R F 信号発生手段14は、最大値判別手段12および周 破数制御手段13によってその周波数が制御される。ま るRF偕号は、RF信号発生年段14によって発生し、 る。一方、AOTF部によって選択しなかった光信号 険出手段11の出力は、最大値判別手段12に入力す

度を受債して、所定被長の光債号に対する光強度の最大 は、光伝送路中に1故しかない場合は、容易に判別でき るが、WDM借号の場合には、ある関値以上の極大値の 略配する。)数とを対応させて判別する。例えば、所定 【0027】この最大値判別手段12は、RF信号の周 破数を変えながら光強度検出手段11から光信号の光強 値を判別し、この限大値を与えるRF倡号の周波数を周 故長の光信号がch3である場合には、3番目の極大値 数と所定被畏の光倩号のチャンネル (以下、「ch」と 破数制御手段13に出力する。この所定改長の光倡号 が所定被長の光信号の極大値である。

うな構成の請求項1に配載の可変改長選択フィルタにお 故数と選択故長との関係は、温度が変化しても常に一定 の関係があるから、所定被長を選択するRF倡号の周波 数が判れば、特定被畏を選択するRF信号の周波数も判 [0028] 周波数制御手段13は、所定改長の光信号 に対して光強度の最大値を与える周波数のRF債号を発 生するようにRF倡号発生年段14を制御する。このよ のため温度変化などにより特定放長を分岐・挿入するR 【0029】なお、可変被長週択フィルタによって選択 する光信号の特定被長とそのために適正なRF信号の周 も異なる故畏でもよい。後述するように、RF信号の周 るからである。この場合には、周波数制御手段13にお いては、最大値判別手段12によって所定改長の光強度 被数を探すための光信号の所定被長とは、同一の故長で いて所定波畏を選択するRF信号の周波数と特定波畏を が最大値となるようにRF偖号の周波数を制御する。こ に、特定波畏の光倩号を分岐・挿入することができる。 F信号の周波数がずれたとしても補償されるので、常 選択するRF倡号の周波数との対応付けを行う。 8

は、RF倡号の周故数を第1の周故数間隔で変えながら て、この所定被長の光倩号に対する光強度の第1の最大 値を判別する。さらに、この第1の最大値を与えるRF ルタの原理について説明する。髀水項2に記載の可変波 長躖択フィルタにおいては、上述の最大値判別手段12 光強度検出手段11によって所定波長の光信号を検出し 信号の周波数の前後の周波数範囲においてR F 信号の周 【0030】次に、欝水頃2に配轍の可変波長選択フィ **信号を合放するとともにRF信号に対応した被長の光信 50**

信号を検出して、所定被長の光信号に対する光強度の第 2の及大値を判別する。そして、この第2の取大値を与 **披数をその第1の周波数間隔より狭い第2の周波数間隔** で変えながら光強度検出手段11によって所定被長の光 えるRF信号の周波数を周波数制御手段13に出力す

化させて所定放長に対する最大値を大雑把に探す。その 後の周披数範囲で、RF信号の周波数を狭い開隔で変化 [0031] なお、他の構成は、前水項1に配轍の可変 故長選択フィルタと同一であるので、その説明を省略す る。このように初めにRF倡号の周波数を広い開隔で変 後、その最大値を与えるRF倡母の周波数に対して、前 め、酢水項2に配載の可変被長遊択フィルタは、酢水項 1に記載の可変被長選択フィルタに較べより遊くしかも より正確に殷大値を判別することができるから、より遠 くしかもより正確に特定波長の光倡号を選択することが させて所定波長に対する最大値を正确に探す。このた

ルタの原理について説明する。 創水項3に記載の可変波 長邉択フィルタは、前水項1に配載の可変波長邉択フィ に、周波数制御手段13は、この特定被長の光信号にお ける光強度が最大値となるようにRF借号の周波数を制 【0032】次に、請水項3に配載の可変波長週択フィ ルタにおいて、特定波長の光信号の週択を変更する度

【0033】このように特定故長の光信号を選択する度 に、特定波長の光信号を選択するRF信号の周波数を探 号を選択することができる。次に、請求項9に配載の可 すから、温度変化などによって特定液長を選択するRF **信号の周波数がずれたとしても、正確に特定改長の光信** 変数長週択フィルタの原理について説明する。 前水項 9 0は、RF信号印加手段を第1の光導波路に第1のRF 借号を印加する第1のRF偕号印加手段と第2の光導波 路に第2のRF信号を印加する第2のRF信号印加手段 は、それら第1のRF倩号印加手段と第2のRF倩号印 加手段とに異なる周波数のRF債号を供給するように構 に配載の可変波長選択フィルタにおいて、AOTF部1 とで構成する。これに対応してRF信号発生手段14

[0034] なお、他の構成は、請求項1に配載の可変 定波長の各モードが入れ替わることによって、特定波長 故長選択フィルタと同一であるので、その説明を省略す る。一般に、AOTFは、[従来の技術]の項において 説明したように、TEモードとTMモードとに分かれて 光導被路を進行し、弾性数面被と相互作用を起こし、特 の光を選択する。このとき、TEモードをTMモードに 入れ替える最適なRF信号の周波数とTMモードをTE モードに入れ替える最適なRF信号の周波数とは、互い 【0035】このため、前水項9に配載の可変被長週択

特団2000-241782

€

静水項1に配載の可変波長週択フィルタに較べより 正確 フィルタの構成とすることにより、各モードに対し股大 **値判別手段12において個別にRF債母の周波数を変化** させることができ、その結果に基ろいて各モードに対し 異なる周波数のRF俳号を印加することができるから、 に特定波長の光倩号を選択することができる。

イルタの原理について説明する。 酢水頂10に配破の可 個号印加手段を第1の光導破路に第1のRF 信号を印加 する第1のRF債母印加手段と第2の光導被路に第2の [0036] 次に、簡水項10に配破の可要放長週択フ 変数長週択フィルタにおいて、AOTF削10は、RF RF信号を印加する第2のRF信号印加手段とで構成す る。これに対応してRF債号発生年段14は、それら算 1のRF倡号印加手段と第2のRF僑号印加手段とに異 なる周波数のRF信号を供給するように構成する。

地度検出手段11は、第3の偏光手段18から出力され 度を検出する第2の光強度検出年段との2つの光強度検 て出力される光信号をTMモードとTEモードとに分岐 して光強度検出手段11に出力する。これに対応して光 るTMモードの光油度を検出する第1の光油度検出年段 と第3の臨光年段18から出力されるTEモードの光強 る。この第3の偏光手段18は、AOTド部から遊択し **油度検出年段11との間に第3の偏光年段18を設け** 出手段で構成する。 23

[0037] また、上述したようにAOTF師10と光

抜長遺択フィルタと同一であるので、その説明を省略す る。このように構成することにより、TMモード、TE えているので、TEモードに対し最適なRF信号の周波 数とTMモードに対し機適なRF個母の周波数とを抽立 変波長選択フィルタは、正確に特定放長の光信号を選択 [0038] なお、他の構成は、静水項1に配載の可変 モードの各モードに対し個別に光強度検出手段11を備 に探すことができる。そのため、群水頂10に配做の可 することができる。

は、前水項10に配做の可変波長辺択フィルタが有効で 股道なRF情号の周波数を探していたのでは、個光の回 あるが、最適なRF信号の周被数を探すための時間より も高速に偏光が回転している場合には、上述のようにT 低に追随できない。この場合には、酢水項9に配做の可 【0039】一方、個光がゆっくり回憶している場合に EモードとTMモードとを分離して各光強度を検IIIして 変徴長週択フィルタの方が有利である。

[0040] ここで、酌水項1, 2, 3, 9, 10に配 戦の可変被畏退权フィルタにおいて、 仰入すべき 仰入光 力され、AOTF部10においてRF信号による弾性数 信号がある場合には、抑入光信号もAOTF前10に入 面波と相互作用をして出力光信号として光伝送路に出力 (請求項4ないし前求項8) 初めに、前求項4ないし前 50 水項6に配載の可変波長選択フィルタに共通な事項につ

6

9

特開2000-241782

長であり、横軸は、MHz単位で表示したAOTFに印 Xは、温度aにおけるRF信号の周波数と選択波長との 【0041】図2は、温度変化に対するRF信号の周波 加されるRF信号の周波数である。図2において、直線 関係を示すグラフであり、直線Yは、温度もにおけるR μ m 単位で表示したAOTFによって選択される選択波 数と選択故長との関係を示す図である。図2の縦軸は、 F.信号の周波数と選択被長との関係を示すグラフであ

して一定である。すなわち、単位RF倡号の周波数変化 [0042] このように、AOTFは、RF信号の周波 し0.8nmだけ選択被長は、シフトする。しかし、図 数が同一の場合において、その温度が変化すると選択波 長も、変化する。上述したように、1 ℃の温度変化に対 2に示すように直線Xと直線Yの傾きは、温度変化に対 に対する選択故長変化は、温度変化に対して一定であ

らず、すべてのAOTFに共通の事実である。 静水項4 故長を選択する際に、この物理現象を利用して温度変化 よって、特定波長を選択するRF倡号の周波数も判るこ ないし請求項6に配載の可変改長選択フィルタは、特定 遊択波長との関係は、直線であってしかも温度変化に対 いずれか一点だけ判れば直線が引けるから、その温度に [0043] この事実は、請求項4ないし請求項6に限 を補償するものである。すなわち、RF信号の周波数と してその傾きが一定であるので、特定故長を選択する際 の温度においてRF信号の周波数と避択波長との関係が おける任意の波長を選択するRF倡号の周波数が判る。 とになる。

号発生手段24から構成される。まず、請求項4に配載 **準債号検出手段21、周波数資菓手段23およびRF信** フィルタについて説明する。図3は、請求項4,5に記 イルタは、基準債号挿入手段20、AOTF部10、基 の可変被長選択フィルタの原理について説明する。入力 その波長数が既知である基準信号を入力光信号に挿入す [0044] 次に、請水項4,5に記載の可変被長避択 韓の発明の原理構成を示す図である。図4は、基準倡号 [0045] 図3および図4において、本可変長選択フ 光信号は、この入力光信号の故長を除いた故長であって (b) は、基準信号が2つである場合を示す図である。 は、基準個号が1つである場合を示す図であり、図4 とWDM光信号との関係を示す図である。図4.(a) る基準債号挿入手段20に入力される。

[0046] ここで、基準債号は、図4(a) に示すよ 1の外側の波長に1つ配置される。もちろん、c h 1の うに、32故のWDM光信号の信号改長帯から離れた位 外側の波長に配置する代わりに基準倡号を破線で示すよ **壐であってチャンネル(以下、「ch」と略記する。** うにch32の外側の液長に1つ配置してもよい。ま

た、基準個号は、図4(b)に示すように、32故のW DM光信号の信号被長帯から離れた位置であって ch1 の外側の故長(第1の基準信号)とこり32の外側の故 段 (第2の基準信号) とに2つ配置される。 【0047】この基準信号とともに入力光信号は、印加 することができるAOTF部10に入力される。このA OTF部10は、請求項1に配載の可変波長選択フィル タと同様であるのでその説明を省略する。このAOTF 部10の第1および第2の光導波路に印加されるRF信 号は、RF信号発生手段24によって発生し、RF信号 発生手段24は、周波数預算手段23によってその周波 するRF信号の周波数に応じて特定故長の光信号を選択 数が制御される。

した場合におけるRF信号の周波数と基準信号の波長数 [0048]また、AOTF部10によって分岐した光 信号は、基準信号を検出する基準信号検出手段21に入 力される。一方、AOTF部によって分岐しなかった光 **信号は、AOTF部10から光伝送路に出力光信号とし** て送出される。この基準信号検出手段21の出力は、周 RF信号発生手段24によって発生するRF信号の周波 数を変えながら基準個号検出手段21が基準信号を検出 故数演算手段23に入力され、周波数演算手段23は、

ន

とに基づいて可変被長選択フィルタによって選択される 化信号の被長数とRF信号の周波数との関係を演算す

【0049】このような構成の請求項4に記載の可変故 てRF債母の周波数を基準信号検出手段21が基準信号 畏選択フィルタにおいては、周波数演算手段23によっ を検出するまで変化させる。そして、周波数演算手段2 3は、基準信号検出手段21から出力を受信したときの RF信号の周波数と基準信号の故長とからRF信号の周 故数と選択放長との関係を演算する。

【0050】この複算方法は、基準信号が図4(a)の に対する選択波長変化の値を記憶しておき、その傾きの 係を演算する。そして、この基準信号の被長とch1の **頂および1組の判別されたRF信号の周波数と基準信号** の被長との値から、RF信号の周波数と選択波長との関 ように1つである場合には、単位RF倡号の周波数変化 故長との差および各ch間の故畏差も判ろので、各ch を選択するRF信号の周波数も演算することができる。

つである場合には、2組の判別されたRF信号の周波数 と基準信号の波長との値から、RF信号の周波数と選択 長とch1の被長との差、第2の基準債身の被長とch 各chを選択するRF信号の周波数も放算することがで 【0051】また、基準信号が、図4 (b) のように2 放長との関係を演算する。そして、第1の基準信号の故 32の被長との差および各ch間の被長差も判るので、

[0052] こうしてある温度におけるRF信号の周波 数と選択波長との関係が判別されるので、温度変化など

おいて、基準信号の被長数は、光信号を伝送する故長帯 れたとしてもその特定故長の光信号を選択することがで きる。次に、請求項5に記載の可変被長選択フィルタの 原理について説明する。請求項5に記載の可変被長選択 フィルタは、精水項4に記載の可変被長避択フィルタに により特定故長を分岐・挿入するRF倡号の周波数がず 域の端の故長数に配置される。

2 20 ~1490nm)、Sパンド (1490nm~1530 坦な利得特性ではなく、各パンドの境界付近において利 得が急激に減少する。そのため、各バンドの境界付近の nm)、Mベンド (1530nm~1570nm)、L ド (1610 nm~1650 nm) がある。これら各バ が、この光増偏器の利得特性は、パンド全体に亘って平 故長には光信号を配置しないので、ここに基準信号を配 置することにより、基準信号をこれを使用する可変故長 **題択フィルタだけにどどめ、他の可変故長選択フィルタ** に影響しないようにすることができる。特に、光通信ネ ットワークの光伝送路に配置される中継光増幅器によっ イルタを使用したOADM装置だけに基準信号をとどめ 【0053】光通信ネットワークにおいては、光信号を 広送する故長帯域に応じて、S+パンド (1450nm パンド (1570nm~1610nm) およびL+パン て基準信号は、増幅されないので、この可変被長選択フ 光通信ネットワーク内に送出しないようにすることがで ンドに応じて光信号を増幅する光増幅器が使用される

の発明の原理構成を示す図である。図6は、ASEの債 みとWDM光信号との関係を示す図である。図5および 年段32、周波数演算手段33およびRF信号発生年段 ルタの原理について説明する。図5は、請求項6に記載 0、AOTF部10、スペクトルモニタ31、故長判別 [0054] 次に、請求項6に記載の可変波長選択フィ 図6において、本可変長週択フィルタは、光増幅器3 34から構成される。

30

sion)という。入力光信号は、図6に示すようにこのA [0055] 入力光信号は、この入力光信号を含む故長 增幅器の増幅媒質中で自然放出光が発生し、この自然放 音となる。これをASE (Amplified Spontaneous Emis **帯域を増幅する光増幅器30に入力される。一般に、光** 出光は、増幅すべき光信号と同じように増幅され白色雑 SEを含む光信号となる。

生手段34は、被長判別手段32および周波数演算手段 ることができるAOTF部10に入力される。このAO と同様であるのでその説明を省略する。このAOTF部 10の第1および第2の光導被路に印加されるRF信号 [0056] このASEを含んだ入力光信号は、印加す は、RF信号発生手段34によって発生し、RF信号発 るRF信号の周波数に応じて特定故長の光信号を選択す TF部10は、請水項1に記載の可変波長選択フィルタ 33によってその周波数が制御される。

信号は、光信号の波長とこの波長における光強度とを監 手段32は、伝送する光信号の改長を分岐させない周故 を検出する。既知の周波数のRF信号をAOTF部10 [0057] AOTF部10によって避択しなかった光 視するスペクトルモニタ31に入力される。 なお、AO TF部10によって選択した光倩号がスペクトルモニタ 31に入力される場合については、後述する。故長判別 数であって光増幅器で発生したASEのうちいずれかの スペクトルモニタ31からの出力によってASEの故長 故長を分岐させる既知の周波数のRF倡号を発生させ、

に印加するとそれに対応する改長のASEが選択される ので、図6に示すように、選択された部分のASEの光 強度が減少して積みを作る。この積みを被長判別手段3 2によって検出することによって 1 組のR F 信号の周波

の値に基づいて可変被長選択フィルタによって選択され る。この演算方法は、単位RF倡号の周波数変化に対す び1組の判別されたRF信号の周波数とASEの波長と の値から、RF信号の周波数と選択被長との関係を演算 **【0058】 波長判別手段32によって判別された1組** のRF信号の周故数と選択故長との関係は、周故数演算 手段33に出力され、周波数徴算手段33は、この1組 る光信号の改長数とRF信号の周波数との関係を演算す る選択波長変化の値を配憶しておき、その頃きの値およ 数と選択故長との関係を判別することができる。

れるので、温度変化などにより特定改長を選択するRF 選択することができる。次に、請求項7に記載の可変故 信号の周波数がずれたとしてもその特定改長の光信号を 長邉択フィルタの原理について説明する。図7は、請求 【0059】このように構成することにより、ある温度 におけるRF信号の周波数と選択波畏との関係が判別さ

力光信号は、印加するRF信号の周波数に応じて特定故 変故長選択フィルタと同様であるのでその説明を省略す る。このAOTF部10の第1および第2の光導波路に AOTF部10、スペクトルモニタ41、周放数演算手 段43およびRF信号発生手段44から構成される。入 長の光信号を選択することができるAOTF部10に入 力される。このAOTF部10は、請求項1に記載の可 発生し、RF倡号発生手段44は、周波数資算手段43 によってその周波数が制御されるとともに印加している 印加されるR F 信号は、R F 信号発生手段44によって [0060] 図7において、本可変長選択フィルタは、 RF信号の周波数を周波数領第手段43に出力する。 項7に記載の発明の原理構成を示す図である。 \$

個号は、光個号の被長とこの被長における光強度とを監 【0061】AOTF部10によって強択しなかった光 視するスペクトルモニタ41に入力される。周故数領算 手段43は、RF債号発生手段44からAOTF部10 ペクトルモニタ41から出力される光信号の故長とこの に印加しているRF信号の周波数を監視するとともにス

ಜ

多梅能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

22

坂長における光強度とを受信する。

ので、スペクトルモニタ41の出力からどのこhがAO る。こうして周波数演算手段43は、判別された1組の [0062] WDM光信号の各chの故長が判っている RF借号の周波数と選択波異とに基づいて可変波長選択 フィルタによって選択される光信号の波畏数とRF信号 TF部10によって選択されたか判別することができ の周波数との関係を演算することができる。

化に対する選択破長変化の値を配億しておき、その傾き 【0063】この政算方法は、単位RF倡号の周波数変 の値および1組の判別されたRF信号の周波数と選択波 畏の波長との値から、RF 信号の周波数と週択波長との 関係を演算する。このように構成することにより、ある 個度におけるRF債号の周波数と選択放長との関係が判 別されるので、温度変化などにより特定被長を選択入す るRF倩母の周波数がずれたとしてもその特定波長の光 信号を退択することができる。

故するとともに合改した光倩号をTMモード光とT Eモ [0064] (開水項8) 開水項8に配載の可変被長選 一ド光とに分岐する第1の隔光手段と、この第1の偏光 択フィルタは、受光した光信号と抑入する光信号とを合 平段によって分岐したTMモード光を導放する第1の光 尊被路に第1のRF信号を印加する第1のRF信号印加 年段と、第1の偏光手段によって分岐したTEモード光 を導破する第2の光導被路に第2の、RF倡号を印加する 第2のRF倩号印加手段と、第1のRF倩号を印加され た第1の光導波路と第2のRF信号を印加された第2の 光信号と分岐すべき光信号とに分岐する第2の偏光手段 とを備えて構成され、第1のRF俳号の周波数および第 光導波路とからの光信号を合致するとともに送出すべき 2のRF信号の周波数とに応じて特定波長の光信号を選

[0065] 上述したように、TEモードをTMモード Eモードに入れ替える股適なRF債号の周波数とは、互 いに弱なるが、このような構成とすることにより、TE モード、TMモードの各モードに対し異なる周波数のR に入れ替える最適なRF信号の周波数とTMモードをT F借号を印加して細かい関散をすることができるから、 正確に特定波長の光倩号を分岐・押入することができ

| および糊水項12は、RF俳号の安定化に関する技術 で以下その動作は、トラッキングと称する。後に述べる スキャンニングと区別するため、スキャンニングとトラ ッキングについて定義する。スキャンニングとは、光強 に、RF信号の周波数を第1の周波数削隔で変えながら 光強度検出手段によって所定被長の光信号を検出し、そ の光強度が最大となる第1の最大値を判別する動作をい [0066] (開水項11および開水項12) 開水項1 哎の最大値を与えるRF偕母の周波数を判別するため

[0067] トラッキングとは、前後の周波数範囲(± akHz)においてRF倡号の周波数をその第1の周波 数間隔よりも狭い第2の周波数間隔で変えながら光強度 検出手段によって所定放長の光信号を検出し、その光強 度が最大となる第2の最大値を判別し、その第2の最大 値を与えるRF信号の周波数を周波数制御手段に出力す る動作を定期的に行い、温度変化や経年変化など周囲の 環境が変化し、可変被長週択フィルタ(AOTF)の特 性変化により第2の最大値を与えるRF偖号の周波数が 変化しても、追従することのできる動作をいう。

[0068] 図8は、請求項11, 12に配破の発明の 原理構成を示す図である。なお、図8は、開水項1を基 本とした請求項11に記載の発明の原理構成を示す図で は、その説明を省略する。図8において、本可変被長選 から構成されている。なお、精水項1と同一の構成につ 及大位判別年段12、周波数制御手段13、重畳手段5 0、トラッキング年段52およびRF債号発生手段54 あり、この場合について以下に説明し、前求項4、6、 択フィルタは、AOTF部10、光強度検出手段51、 7、8を基本とした請求項11に記載の発明について いては、同一の符号を付し、その説明を省略する。

れ、このAOTF都10によって選択した光信号は、そ の光強度を検出する光強度検出手段51に入力し、光強 って選択しなかった光信号は、AOTF部10から光伝 度検出手段51の出力は、最大値判別手段12およびト ラッキング年段52に入力する。一方、AOTF前によ [0069] 入力光倡身は、AOTF部10に入力さ 送路に出力光信号として送出される。

[0070] このAOTF部10の第1および第2の光 **導波路に印加されるRF信号は、RF信号発生手段54** によって発生し、トラッキングを行う場合には、RF倩 身に10kHzから1MHzの周波数の変闘信号が重張 年段50によって重量される。また、RF信号発生手段 5411、股大値判別手段12、周波数演算手段13およ びトラッキング手段52によってその周波数が制御され 【0071】 最大値判別手段12の出力は、周波数制御 うに、特定改長を選択するようにRF倡号の周波数を制 手段51によってAOTF部10から分岐して出力され 手段13に入力され、請求項1の原理説明で説明したよ 御する。そして、トラッキング手段52は、光強度検出 所定被長の光信号の光強度が最大値に維持されるように る光偖号からRF俳号に重畳された変調偖号を検出して RF信号発生手段54を制御する。

に配載の可変波長選択フィルタは、一度、特定波長の [0072] このように構成することにより、請求項1 トラッキングによって最適なRF信号の周波数が制御さ れ、維持される。さらに、トラッキングのための変調信 号は、10kHzから1MHzの周波数のいずれかの周 光信号を選択するRF信号の周波数が判別された後は、

(ABC) 回路における光倩号には既に1kHzの変調 号は、10kHz以上とするので、このABC回路の変 関信号と混同することがない。一方、トラッキングのた めの変闘信号は、1MHz以下とするので、例えば、R タを正弦波となるようにCPUによって制御してその変 關信号を発生させても、高速な変闘、同期検波ではない 信号がかけられているが、トラッキングのための変調信 F 信号発生手段 5 4 内における P L L 回路の周波数デー **皮敷とする。LN変鯛器の可変パイアスコントロール** から、CPUの負担となることがない。

[0073] 次に、請求項12に配載の可変選択故畏フ イルタの原理について説明する。 請求項12に記載の可 変被長週択フィルタは、故長分割多肌方式の光信号を伝 送する光伝送路に接続され、可変長週択フィルタは、前 生するRF倡号の周波数は、波畏分割多肌方式の光倡号 間隔に対応するRF信号の周波数の範囲内で変化するよ 水項 1 1に配載の可変被長避択フィルタであって、トラ ッキング手段によって制御されるRF倩号発生手段が発

20 [0074] トラッキングをかける場合にトラッキング のための変靱俳号の周改数を大きく扱ると隣接するch に影響を与えてしまう。しかし、このようにすることに 8nm間隔のWDM光信号の場合では、隣接するch間 に対するRF信号の周波数の差は、90kH 2 であるか [0075] (請求項13) 請求項13に記載の可変故 長選択フィルタは、同一基板上に複数形成され、この複 数の可変波長選択フィルタの温度を同一に制御する温度 制御手段をさらに備えて構成され、可変長選択フィルタ ら、他のchに影響を与えることがない。例えば、0. ら、土45kHz以下の周波数でトラッキングを行う。 より、大きく外れた周波数が印加されることがないか 可変故長選択フィルタである。

[0076] OADM装置に使用されるAOFTは、従 来個別に温度制御を行っているが、すべてのAOFTを 0. 1℃単位で同一温度に制御することは困難をともな う。また、OADM装置の動作を保証するために広い温 TFを同一の基板上に形成することにより、隣り合うA 度範囲、例えば、0℃ないし60℃に亙ってAOTFの 温度を正確に制御することは困難を伴う。しかし、AO OTFをほぼ同一の温度に削御することができ、しかも AOTFの特性もほぼ同一にすることができる。そのた め、まず、鞘束項1ないし鞘束項12のいずれか1項に **号を分岐・挿入できるようにしてから、他のAOFTを** 記載の可変波長選択フィルタによって所留の波長の光信 動作させるようにすれば、他のAOFTにおいても所留 の放長の光信号を分岐・挿入することができる。

ットワークの光伝送路に接続しないで、所留の放長の光 [00ブ7]また、 翻水項1、4、6、7、8のいずれ か1項に配載の可変被長選択フィルタの出力を光通信ネ

特開2000-241782 (15)

盾号を選択できるか否かの確認専用とし、他のAOTド を実際の運用用とすれば、觀った波段の光膚身を選択す

(前水項14) 図9は、前水項14に配載の発明の原理 構成を示す図である。なお、図9は、朝水頂1を塔木と した 翻氷項14に配載の発明の原理構成を示す図であ 7、8を基本とした酢水項14に配破の発明についた り、この場合について以下に説明し、解求項4、6、 は、その説明を省略する。

は、(リジェクト光の光効度/入力光の光強度)をdB Oに示すように AOTFによって選択する光の強度であ るリジェクションレベルは、RF債号の入力強度に依存 し、特定の入力強度の場合に衝大値になる。なお、この 【0078】図10は、RF(暦号の入力強度とリジェク 特性は、RF周波数を変化させてもほぼ同様の特性とな d B.m単位で教示したRF信号の入力頻度である。図1 ションフスケナの国席やボナ図である。 図10の統結 **単位で按示したリジェクショソフスインかめ、 仮管は、**

[0079] 図9および図10において、本可変被模型 最大值判別手段12、強度最大值判別手段62、周波数 制御手段63およびRF債号発生手段64から構成され ている。なお、酢水瓜1と同一の楠成については、同一 択フィルタは、AOTF部10、光効度検出年段61、 の符号を付し、その説明を省略する。

度検出手段61の出力は、最大値判別手段12および強 の光強度を検川する光強度検出手段61に入力し、光強 よって選択しなかった光倩号は、AOTF飾10から光 度吸大値判別年段62に入力する。一方、AOTド前に 【0080】入力光倩身は、AOTF部10に入力さ れ、このAOTF部10によって選択した光信号は、 伝送路に出力光信号として送出される。

[0081] また、このAOTF部10の第1および第 2 の光導波路に印加されるRF倩母は、RF倩母発生年 段64によって発生し、RF債号発生年段64は、股大 値判別手段12、強度最大値判別手段62および周波数 資算手段63によってその周波数が開御される。 限大値 九、蔚水項1の原理脱明で説明したように、特定波長を 判別手段12の出力は、周波数制御手段63に入力さ 選択するようにRF借号の周波数をまず制御する。

[0082] そして、強度最大値判別年段62は、この 光強度の最大値を与えるRF伯母の周波数を維持した状 腹で、RF信号発生手段84により発生するRF倩号の 出力強度を変えながら光弧度検出手段11によって所定 **皮長の光信号を検出して、この所定波長の光信号に対す 鱼度股大値判別年段 6 2 からこの吸道なR F 信号の入力 血度の値を受信し、最適なRF信号の周波数と入力強度** る光強度の最大値を判別する。周波数制御手段 6 3 は、 とによりRF信号発生手段を制御する。

[0083] こうして図10に示すリジェクションレベ

20

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

ルの極大値を与えるRF俳号の入力強度を判別すること ができるから、請求項14に記載の可変被長避択フィル タは、特定被畏を分岐・挿入するRF倡号の周波数だけ でなく、RF債号の入力強度も最適化することができ

Rフィルタと、前配可変波長選択フィルタに印加する前 [0084] (請水項15) 請水項15に配載のOAD 記RF信号を発生するRF信号発生手段と、前記可変波 M装置は、波長分割多重方式の光信号を伝送する光伝送 路に接続されるとともに、印加するRF信号の周波数に 応じて特定故長の光倡号を分岐及び挿入する可変故長選 長選択フィルタによって分岐した光信号を受信処理する 受信処理手段と、前配可変被長選択フィルタに挿入する 光信号を生成する光信号生成手段とを備えるOADM装 **置において、可変故長選択フィルタは、n 個の光信号を** 分岐または挿入することができ、RF倡号発生手段は、 (n+1) 個であることで構成する。

手段をOADM装置において分岐・挿入する数より1つ ・仰入する場合には、可変被長選択フィルタに分岐・挿 RF信号発生手段が分岐・挿入する光信号と同数である hを分岐・挿入するのに使用しなければならない。その 【0085】○ADM装置で複数の被長の光信号を分岐 と、あるこりから他のこりを分岐・挿入する場合に、使 用していないRF信号発生手段がないから、あるこれを 分岐・挿入するのに使用したRF信号発生手段を他のc ため、あるこりから他のこれを分岐・挿入するためにR F信号の周波数を連続的に変化させなければならないか ら、その間のchも分岐・挿入することになりその間の c h に影響を与える。しかし、このようにR F 信号発生 挿入する場合に使用していないRF 信号発生手段の周波 数を他のchを分岐・挿入する周波数に合わせてから可 入する光俳号の数に応じた複数のRF俳号を印加する。 多く備えることにより、あるこれから他のこれを分岐 変数長選択フィルタに印加することができる。このた め、その間のchに影響を与えることがない。

て、第1ないし第3の可変改長選択フィルタのうち少な 改長選択フィルタと、前記第1の可変被長選択フィルタ [0086] (精水項16) 静水項16に配載のOAD M装置は、波長分割多重方式の光信号を伝送する光伝送 によって分岐した光信号の中から所定政長の光信号を選 択する第2の可変被長選択フィルタを備えるとともに眩 定故長の光信号を受信処理する受信処理手段と、複数の 故長を持つ光から所定故長の光を選択する第3の可変故 長選択フィルタを備えるとともに眩窮3の可変被長選択 路に接続されるとともに、印加するRF信号の周波数に 応じて特定被長の光倡号を分岐及び挿入する第1の可変 第2の可変被長選択フィルタによって選択された前配所 フィルタによって選択された前配所定故長の光を変調し て前記第1の可変被長選択フィルタに挿入する光倡号を 生成する光信号生成手段とを備えるOADM装置におい

くとも1つは、請求項1、4、6、7、8のいずれか1 頁に記載の可変波長選択フィルタである。

5.R.F.信号がずれたとしてもそのずれを補償する都求項 5ので、常に、正確に特定改長の光信号を分岐・挿入す [0087] 請求項16に配載のOADM装置は、この ようにOADM装置に使用される可変波長選択フィルタ を温度変化などにより特定故長の光倡号を分岐・挿入す 1ないし鞘水項14に配載の可変選択波長フィルタとす ることができる。

[0088] さらに、 **前水項16に配載のOADM装置** は、トラッキングも行う可変波長選択フィルタを使用す る場合には、一旦特定被長の光信号を分岐・挿入するR **挿入するようにRF信号の周波数を維持することができ** F個号の周波数が判別されれば、常に特定被長を分岐・

号生成手段とを備えるOADM装置において、第1の可 変故長週択フィルタは、請求項1、4、6、7、8のい (請求項17) 請求項17に記載のOADM装置は、被 是分割多重方式の光值号を伝送する光伝送路に接続され るとともに、印加するRF債号の周波数に応じて特定波 長の光信号を分岐及び挿入する第1の可変波長選択フィ ルタと、前配第1の可変被長輩択フィルタによって分岐 した光信号の中から所定故長の光信号を選択する第2の 可変波長選択フィルタを備えるとともに眩算2の可変波 長選択フィルタによって選択された前配所定波長の光信 号を受信処理する受信処理手段と、複数の波長を持つ光 から所定波長の光を選択する第3の可変波長選択フィル タを備えるとともに腋箅3の可変波長選択フィルタによ って選択された前記所定被長の光を変調して前記第1の 可変波長選択フィルタに挿入する光信号を生成する光信 ずれか1項に記載の可変波長選択フィルタであって請求 項1、4、6、7、8の可変被長選択フィルタを複数個 **紙続に接続する。** 20

た、前述したように可変故長選択フィルタのAOTF部 つの可変波長選択フィルタのAOTF部では特定放長の ない場合でも、可変被長選択フィルタを複数個縦続に接 焼するので、所定のレベルまで遮断することができるよ の故長選択特性の幅が広く、「ITUーT G. 692 動告」で規定される0.8nm間隔の波長の隣り合う光 信号を1つのAOTFで分岐しようとすると、クロスト 一クが発生してしまう。しかし、請水項17に記載のO A D M 装置では、可変故長選択フィルタを複数個の縦続 接続とするので、1段目の可変被長選択フィルタにおい 段目の可変波長週択フィルタにおいてト番目から離れた WDM光信号のm番目の光信号を分岐・挿入させ、以下 同様に前段の可変故長選択フィルタにおいて分岐・挿入 [0089] このような可変被長選択フィルタでは、1 光信号を所定の光強度のレベルまで遮断することができ てWDM光信号のk番目の光信号を分岐・挿入させ、2 うにリジェクション特性を改善することができる。ま

する光信号とは離れた故長の光信号を後段の可変故長避 **択フィルタに分岐・挿入させることにより、クロストー** クを減少させることができる。 【0090】例えば、可変故長避択フィルタを2個の縦 においてWDM光信号の偶数(奇数)番目の光信号を分 WDM光信号の奇数(偶数)番目の光信号を分岐・挿入 岐・挿入させ、2段目の可変故長選択フィルタにおいて させることにより、クロストークを減少させることがで 税接続とした場合には、1段目の可変被長選択フィルタ

により特定波長の光倡号を分岐・挿入するRF倡号がず れたとしてもそのずれを補償する請求項1ないし請求項 【0091】さらに、請水項17に記載のOADM装置 は、縦舵接続する可変故長選択フィルタを温度変化など 14に記載の可変波長選択フィルタとするので、常に、 正確に特定波長の光信号を分岐・挿入することができ

る場合には、一旦特定故長の光信号を分岐・挿入するR **挿入するようにRF信号の周波数を維持することができ** は、トラッキングも行う可変被長避択フィルタを使用す F信号の周波数が判別されれば、常に特定波長を分岐・ [0092] また、請求項17に記載のOADM装置

12、周波数制御手段13、RF信号発生手段14およ び記憶手段70から構成されている。ここで、AOTF 節10から光伝送路に送出される前に接続される破線で ルモニタの構成要件ではない。また、請求項1と同一の AOTF部10、光強度検出手段11、最大値判別手段 示した遊断手段71は、請求項19に記載のスペクトル モニタの構成要件であり、請求項18に記載のスペクト 【0093】図11において、本スペクトルモニタは、 (請求項18および請求項19) 図11は、請求項1 8, 19に記載の発明の原理構成を示す図である。

入力され、このAOTF部10によって分岐した光信号 は、光強度検出手段61に入力する。この光強度検出手 【0094】まず、請求項18に記載のスペクトルモニ タについて説明する。入力光信号は、AOTF部10に 方、AOTF部によって分岐しなかった光信号は、AO 段61の出力は、最大値判別手段12に入力する。-FF郎10から光伝送路に出力光信号として送出され

構成については、同一の符号を付し、その説明を省略す

請求項1の原理説明で説明したように、特定被長を分岐 2の光導波路に印加されるRF信号は、RF信号発生手 段14によって発生し、RF債号発生手段14は、最大 値判別手段12および周波数制御手段13によってその 周波数が制御される。最大値判別手段12の出力は、周 【0095】また、このAOTF部10の第1および第 故数制御手段63に入力され、周波数制御手段63は、

特開2000-241782

(14)

・挿入するようにRF信号の周波数を制御する。

応する光強度の値とを記憶手段70に出力し、記憶手段 成することにより、最大値判別手段12において、所定 [0096] また、最大値判別手段12は、RF倡号発 生手段で発生させたすべての周波数の値と各周波数に対 70は、これらのすべての値を記憶する。このように構 被長の光倡号を分岐・挿入するRF信号の周波数の組が I つ判るので、前述した図2に示すRF信号と選択被長 との関係を用いれば、記憶手段70に記憶した値から、 各光信号の波長に対する光強度も判別することができ

う。特に、スペクトルモニタをOADM装置の光信号生 トルモニタは、請求項18に記載のスペクトルモニタに おいて、送出すべき光倡号を出力する出力側に接続され 岐しなかった光信号と光伝送路から入力した光信号との 【0097】次に、請求項19に配載のスペクトルモニ タの原理について説明する。請求項19に記載のスペク るとともに眩光信号を遮断する遮断手段をさらに備えて 構成する。スペクトルモニタによって分岐しなかった光 成手段に使用した場合には、OADM装置の分岐・挿入 を行うAOTF部においてスペクトルモニタによって分 信号は、スペクトルモニタに接続される光装置、例え ば、次のトリピュータリ周やノードに送出されてしま 間でクロストークを生じてしまう。

は、光成衰器を使用することができる。光スイッチを使 用してこの光スイッチにおいて何も接続していない出力 この光変調器の電顔を切ることにより遮断することがで きる。さらに、AOTFを使用してこのAOTFにおい ンプを使用してこの光アンプの励起光を与えないことに て光信号の波長から離れた波長の光を選択するようにし スペクトルモニタによって分岐しなかった光信号は、遮 断されるので、そのような不都合は生じない。 遮断手段 ヘスイッチすることにより遮断することができる。光ア より遮断することができる。また、光変闘器を使用して [0098] しかし、このように構成することにより、

M装置は、波長分割多重方式の光信号を伝送する光伝送 路に接続されるとともに、印加するRF倡号の周波数に 応じて特定改長の光信号を分岐及び挿入する第1の可変 故長を持つ光から所定故長の光を選択する第3の可変故 [0099] (請求項20) 請求項20に記載のOAD 改長選択フィルタと、前記第1の可変被長選択フィルタ によって分岐した光信号の中から所定故長の光信号を避 択する第2の可変放長週択フィルタを備えるとともに核 第2の可変破長選択フィルタによって選択された前配所 定波長の光信号を受信処理する受信処理手段と、複数の 長選択フィルタを備えるとともに散第3の可変被長選択 フィルタによって選択された前配所定被長の光を変闘し て前記第1の可変被長選択フィルタに挿入する光信号を 生成する光信号生成手段とを備えるOADM装置におい て遮断することができる。 2

20

て、第1ないし第3の可変故長選択フィルタのうち少な **状フィルタのうち少なくとも1つを可変波長選択フィル** タとして使用するかまたはスペクトルモニタとして使用 し、第1ないし第3の可変被畏退択フィルタのうち少な くとも1つは、開水項18または開水項19に配破のス ペクトルモニタであって、第1ないし第3の可変被長避 くとも1つは、可変波長週択フィルタとスペクトルモニ するかを制御する選択制御手段とをさらに備えて構成 タとしての機能を兼ね備える。

[0100] このように構成することにより、開水項2 0 に配載のO A D M装置は、可変波長遊択フィルタとス ペクトルモニタとしての機能を兼ね備えることができ

[発明の実施の形態] 以下、図面に基づいて本発明にお ける実施の形倣を脱明する。

[0102] (第1の英施形態) 第1の実施形態は、前 IILで構成された可変故長選択フィルタ・OADM装置 **水頂1~5、11、12、14~20に記憶の発明を適** の英施形態である。

光倩号の空いているこれに光僧号を生成して押入する禅 [0103] 図12は、第1の実施形態におけるOAD M装匠の構成を示す図である。図12において、OAD る。第1の構成都分は、光伝送路を伝送する32被のW を受情処理する受信処理部分である。 第2の部分は、受 入部分である。なお、受債処理部分、リジェクト部分お DM光信号から必要に応じて分岐した特定改長の光信号 信処理部分に分岐した光信号と同一波長の光信号を光伝 送路から取り除き、次のノードに伝送されることを遮断 するリジェクト部分である。第3の構成部分は、WDM よび仰入部分は、それぞれ16波を処理することができ M装置は、3つの構成部分に大きく分けることができ

分から成り立ち、各構成部分に本発明に係る可変被長避 **収フィルタが使用されているので、以下、各構成部分ご** [0104] このようにOADM装置は、3つの構成部

(第1の実施形態におけるリジェクト部分の構成)ま ず、このリジェクト部分について脱明する。

[0105] 図13は、第1の実施形態におけるOAD M装置に関し、そのリジェクト部分の構成を示す図であ る。図12および図13において、光伝送路を伝送して きた32故のWDM光信号は、光強度を増幅する光増幅 「I T U ー T G. 692 勧告」の規定に従い0.8 n 器80に入射する。このWDM光信号の各ch関隔は、

mである。増幅されたWDM光循号は、2つに光を分岐 する光カプラ81に入射する。分岐したWDM光信号の 一方は、後述する受信処理部分の光カブラ110に入射 し、他方は、光カプラ83に入射する。

改長帯域がMバンドの場合には、これらの基準信号を使 TF部84、90におけるRF信号の周波数と選択波長 との関係を判別するための第1基準信号と第2基準信号 とを発生させ、これらの基準債号を光カプラ83、89 に入射させる。これらの基準信号は、WDM光信号に使 用される故長を除いた故長であればよいが、WDM光信 **身と混同しないためには、WDM光信号の波長帯域の両** 剛の被長とするのが留ましい。さらに、WDM光信号の 用するAOTF84、90にとどめ光伝送路に送出させ ないために、Mパンドの端の故長を使用し、第1基準情 **号は、1530~1535nmの間の故長、例えば、1** 530nmとする。また、第2基準債号は、1565n m~1570 n mの間の故長、例えば、1570 n mと する。これらの基準信号をこのような波長とすることに より、これら基準信号は、通常Mパンドに対して使用さ 仮にOADM装置から送出されたとしても光通信ネット れる中継光増幅器の利得傾斜の部分に配置されるので、 ワークを伝送する間に減衰してしまう。

[0107] 光カプラ83は、基準信号光顔82からの 射したWDM光信号とを合放して、この合放した光信号 第1基準信号および第2基準信号と光カプラ81から入 をAOTF部84に入射させる。AOTF部84は、R F借号を発生するR F信号源88によって印加されたR た光倩号から選択して分岐し、選択されなかった光信号 を通過させる。この分岐した光信号は、その光信号を受 F佰号の周波数に対応して特定の被長の光信号を入射し 光して光強度を検出するホトダイオード (以下、「P D」と略配する。)85に入外する。

クト個AOTF制御CPU87は、各種データを蓄積し 【0108】このPD85は、受光した光強度に従った レペルの電気情号をA/D86に出力する。A/D86 は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換してリ ジェクト側AOTF制御CPU87に送信する。リジェ たEEPROM (Electric Erasable Programable Read Only Memory) 101からデータの送受信を行い、AO TF部84、90やRF債号頭88、98などを後述す るように制御する。

側AOTF制御CPU87によって発生するRF信号の 8は、リジェクトするこれをあるこれから他のこれに変 【0109】また、RF信号額8ほ、このリジェクト 周故数とパワー (強度) とを制御される。RF信号顧8 える場合にその間のchに影響を与えないようにするた め、16波より1つ多い17個のRF信号顔が用意され

\$

[0110] EEPROM10111、第1基準債号スキ ヤン開始RF周波数、第1基準個号スキャン棒丁RF周 **嵌敷、第2基準個号スキャン開始RF周波数、第2基準** 周波数トラッキング間隔、基準信号スキャン開始RFパ **信号スキャン終了RF周波数、基準信号スキャン間隔、**

ワー、基準個号スキャン終了パワー、パワースキャン間

22

【0106】一方、基準債号光飙82は、後述するAO

隔、パワートラッキング関隔、基準債号加促用閾値など

特開2000-241782

基準信号光版 8 2 から入射した第 1 基準債号および第 2 基準借号と再度合波される。 再度合波するのは、AOT F 部84によってこれらの基準信号が選択されて分岐し た場合に次段のAOTF部90に入射されない戯がある は、光カブラ89に入射し、この光カブラ89によって

[0112] 合波された光信号は、AOTF部90に入 射される。このAOTF部90は、RF信号を発生する RF債身頭98によって印加されたRF債号の周波数に 対応して特定の波長の光信号を入射しだ光信号から選択 の分岐した光信号は、その光信号を受光して光強度を検 して分岐し、選択されなかった光信号を通過させる。こ 出するPD95に入射する。

RF信号源98は、このリジェクト側AOTF制御CP 【0113】このPD95は、受光した光強度に従った レベルの電気信号をA/D96に出力する。A/D96 は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換してリ U87によって発生するRF債号の周波数とパワー (独 ジェクト側AOTF制御CPU87に送信する。また、 度)とが制御される。

8

[0114] 一方、AOTF部90を通過したWDM光 信号は、2つに光を分岐する光カブラ91に入射し、分 岐した一方のWDM光倡号は、AOTF前84、90に を介して光の故長とその光強度とを監視するスペクトル モニタ99に入力され、OADM装置制御CPU100 よって所望の光信号がリジェクトされた否か確認するた め、光スイッチ(以下、「光SW」と略配する。)97 によって確認される。確認の結果、所留の光信号がリジ 100は、リジェクト側AOTF制御CPU87に警告 ェクトされていない場合には、OADM装置制御CPU を送信して、再度リジェクトさせる。

モニタ99に入射させるか制御され、指示された光信号 ADM装置制御CPU100に出力する。OADM装置 [0115] 光SW97は、スペクトルモニタ99によ って光SW97に入射するいずれの光佰号をスペクトル をスペクトルモニタ99に入射させる。スペクトルモニ タ99は、検出した光の故長とその光油度のデータを0 タに従ってリジェクト側AOTF制御CPU97、分岐 CPU145を制御する。その各制御は、上述の確認の **声音CPU100は、スペクトルモニタ99からのデー** 側AOTF制御CPU123および押入側AOTF制御 ほか以下の配載で順次明らかになる。

ラ92によって後述する挿入部分で生成された光信号と 合故される。合故されたWDM光信号は、光強度を増幅 【0116】また、光カプラ91によって分岐した他方 のWDM光信号は、光カプラ92に入射し、この光カプ

されたか否か確認をするために、光SW97を介してス U100によって確認される。 値認の結果、所紹の光信 U100は、挿入側AOTF制御CPUに警告を送信し 入射する。光カプラ94は、このWDM光信号を2つに 分岐する。分岐した一方のWDM光倩号は、光伝送路に 送出される。分岐した他方のWDM光信号は、光カプラ 9.2 によって挿入部分によって生成された光情号が合故 ペクトルモニタ99に入力され、OADM装置側御CP **身が合波されていない場合には、OADM装置制御CP** て、再度挿入すべき光信号を生成させる。 【0117】 (本発明と第1の実施形態におけるリジェ クト部分との対応関係)以下、本発明と第1の実施形態 る。 請求項1ないし請求項3については、後述する受信 処理部分における構成を説明するときに対応関係を説明 におけるリジェクト部分との対応関係について説明す

[0118] 酢水項4、5に配敝の可敷液長翅択フィル 発生手段はRF信号껪88、98に対応し、張物信号仰 前御CPU87とに対応し、周波数演算手段はEEPR **タと第1の実施形態との対応関係については、RF信号** 6、96とEEPROM101とリジェクト例AOTF OM101とリジェクト個AOTF包御CPU87とに 入手段は基準債母光顧82と光カプラ83、89とに対 応し、基準債号検出手段はPD85、95とA/D8

イルタと第1の実施形態との対応関係については、11番 平段はPD85とA/D86とリジェクト側AOTF制 御CPU87とに対応する。 開水項14に配破の可敷設 [0119] 開水項11、12に配載の可変波及過收フ 手段はRF倩号版88とEEPROM101とリジェク ト廚AOTF飼御CPU87とに対応し、トラッキング は、強度及大値判別手段はPD85とA/D86とEE 長選択フィルタと第1の実施形態との対応関係について PROM101とリジェクト図AOTF制御CPU87 とに対応する。

7 に配載の分岐・抑入装置と第1の実施形態との対応関 の実施形態との対応関係については、RF信号発生年段 係については、第1の可変波長型投フィルタはAOTF 部84、90とPD85、95とA/D86、96とE [0120] 開水項15に配做の分岐・桐入装履と第1 は、RF債母級88、98に対応する。開水項16、1 EPROM101とリジェクト側AOTF側御CPU8

後述する抑入部分における構成を説明するときに対応関 [0121] 酢水項18ないし酢水項20については、 7とRF信号煎88、98とに対応する。 係を脱明する。

次に、AOTF部84におけるリジェクト個AOTF脚 (第1の実施形態におけるリジェクト部分の作用効果) **御CPU87の制御について説明する。**

【0122】図14は、基準間号をスキャンする方法を

20

する光増幅器93に入射し、増幅されて光カプラ94に

脱明する図である。図14が縦軸は、PD85で検出し クト要求を受け、どのchをリジェクトするか識別する RF信号の周波数である。リジェクト側AOTF制御C PU87は、OADM装置制御CPU100からリジェ た光強度に対するA/D86の出力値であり、横軸は、

[0123] そして、リジェクト個AOTF制御CPU 号スキセン開始R F 周波数 f a (H z)」、「基準信号 スキャン開始RFパワーPa (dBm)」を読み込み、 基準信号を選択して分岐するRF信号の周波数よりも低 8 7 は、E E P R O M 1 0 1 蓄積してある「類 1 基準債 い周波数に設定される。さらに、前述したように第1基 **準信号を選択して分岐するRF信号の周波数は、温度に** RF 信号頭88へこれらのデータを送信する (#2)。 この第1基準信号スキャン開始RF周波数 [a は、第1 依存するので、EEPROM101に適当な温度間隔を おいてその温度ごとに「a を複数用意しておく。

AOTF部8 4に印加する (#3)。そして、リジェク [0124] そして、RF信号砜88は、受債した周故 A/D 8 6の出力値がE E P R OM 1 0 1 に蓄積されて いる基準信号捕捉用閾値のより大きいか小さいかを判断 する。もし、小さい場合 (図14の点A) には、EEP ROM101に蓄積されている「基準信号スキャン関隔 d (Hz)」を用いて、次にスキャンを行うRF信号の 数fa およびパワー (強度) Pa のRF信号を発生し、 ト個AOTF制御CPU87は、A/D86を監視し、

[0125] そして、RF信号頭88は、受債した周波 ジェクト側AOTF制御CPU87は、A/D86を監 規し、A/D86の出力値がEEPROM101に蓄積 されている基準信号補促用閾値αより大きいか小さいか 数fb および最初に受信したパワーPa のRF信号を発 生し、AOTF部84に印加する(#5)。そして、リ から水め、新たにRF信号顧88へ送信する (#4)。 を判断する (#6)。 b = fa + d

関AOTF制御CPU87は、A/D86の出力値がa [0126] そして、リジェクト側AOTF制御CPU 4から#6までを繰り返す (#1)。 一方、リジェクト 87は、A/D86の出力値がaより大きくなるまで# 数トラッキング開隔 Δ d (H z) 」を用いて、次にスキ より大きい場合、(図14の点D、R.F.信号の周波数 fd)には、EEPROM101に蓄積されている「周波

センを行うRF信号の周改数△fa、△fb をfd を中 P V + P J = e J ∇ $\Delta fb_i = fd - \Delta d$

20 [0127] そして、リジェクト側AOTF制御CPU から求めて、Δía およびΔíb を順次に新たにRF信 号顔88へ送信する (#8)

6 の出力値 (図14の点C)と比較する (#9)。そし て、この場合には、△「a に対するA/D86の出力値 の方が大きいので、周波数の中心をſd からΔſa に換 87は、A/D86を監視し、AIa に対するA/D8 6の出力値 (図14の点E) とΔfb に対するA/D8 えて、#8および#9を行う (#10)。 . 75

【0128】このようにA/D86の出力値が大きい方 の周波数を次にスキャンする周波数の中心に換えて、ス る (#11)。そして、リジェクト倒AOTF制御CP U87は、その極大値を与える周波数(図14の点Fの 点巳、点Fまで移動する。点Fまで中心周放数が移動す ると、点Eと点GのA/D86の出力値を比較した場合 に、いずれも点FのA/D86の出力値を堪えることが [0129] そして、リジェクト側AOTF制御CPU 8 7 は、このように極大値を判断してスキャンを停止す **周波数)を第1の基準信号に対するRF信号の周波数 f** できないので、点Fが極大値と判別することができる。 キャンを行うと中心の周波数は、図14において点D、 (1) とする (#12)。

【0130】そして、リジェクト倒AOTF制御CPU 81は、#2から#12を繰り返して、第2の基準信号 # 2において「第1基準倡号スキャン開始RF周波数 [, (Hz)」の代わりに「第2基準信号スキャン開始R に対するRF信号の周波数 f (2) を判別する。ただし、 F 周故数 f na (H z) 」を使用し、式1の代わりに、

を使用する (#13)。 b - se j =qq j

の故長との差、第2基準信号の故長とch32の故長と リジェクト側AOTF制御CPU87は、各chに対し てRF信号のパワーの最適化を行う。まず、c h 1 に対 応するRF信号の周波数および「基準信号スキャン開始 RFパワーPa (dBm)」をRF信号版88に送信す [0131] そして、リジェクト頗AOTF制御CPU 87は、「(1)、「(2)、第1基準倡号の放長とch1 の差および各ch間隔から各chを選択して遮断するた めのRF信号の周波数を算出する(#14)。そして、 5 (#15)。 8

ッキング間隔Δdp (Hz)」に代えただけで同様に極 故数トラッキング開隔△df(Hz)」を「パワートラ ラ91と光SW97とを介してスペクトルモニタ99に 信号を監視させ、所望の信号がリジェクトされているか る。そして、OADM装置制御CPU100は、光カプ リジェクト後のAOTF部90から出力されるWDM光 否か、リジェクションレベルはどの程度かを測定させる #8から#11において、Pa を最初の中心とし、「周 [0132] このRF信号のパワーの最適化の方法は、 大値を判別することができるので、その説明を省略す (#16)

は、スペクトルモニタ99からこれらのデータを受信し [0133] そして、OADM装置制御CPU100

PU87に送信する(#17)。そして、リジェクト側 ションレベル閾値β (dBm) 」より大きいか否かを判 て、リジェクションレベルをリジェクト側AOTF制御 CPU87に送信する。さらに、リジェクトchを誤っ ている場合にはその警告もリジェクト側AOTF制御C AOTF制御CPU87は、受債したリジェクションレ ペルがEEPROM101に蓄積されている「リジェク 断する。受信したリジェクションレベルがBより小さい 場合および警告を受債した場合は、再度第1基準信号お よび第2基準個号のスキャンを行う(#18)。

[0134] また、AOTF部90に対するRF信号の 周波数とパワーのスキャンは、#1から#18と同様の って行われるので、その説明を省略する。そして、リジ に対応するRF信号の周波数を済算して、その周波数の エクト側AOTF制御CPU100は、遮断すべきch R F 信号をAOTF84またはAOTF部90に印加し 制御でリジェクト側AOTF制御CPUの制御87によ て、所望のchを遮断させる (#19),。

基準債号がない場合には、EEPROM101は、第2 基準信号スキャン開始RF周波数および第2基準信号ス ジェクト側AOTF制御CPU87は、#13および# 14に代えて、「(1)、第1基準備号の被長とch1の 故長との差、単位RF信号の周波数変化に対する選択被 る前に、そのこれを遮断するRF信号の周波数を探すの で、温度変化などによるRF信号の周波数シフトを補償 [0135] なお、基準信号が第1基準信号だけで第2 キャン終了RF周波数に代えて、単位RF倡号の周波数 変化に対する選択波長変化の値を蓄積する。そして、リ **曼変化の値および各ch関隔から各chを選択して遮断** 【0136】このように、所望のchの光信号を遮断す することができる。したがって、正確に所望のchの光 **信号を遮断することができる。なお、所望のchの光信** は、図10で前述したようにRF信号の入力強度とリジ 号を遮断する度に、#1から#19までを繰り返しても よいが、#15のRF信号のパワーの最適化について するためのRF信号の周波数を集出することを行う。

【0137】また、上述では、基準信号を基準信号光源 8.2によってWDM光信号に挿入したが、光通信ネット ワークを運用する上での監視信号であるOSC(Optica ても、最適なRF信号は、温度変化、RF信号の周波数 1 Supervisary channel)を基準債号として利用しても よい。こうして最適なRF信号の周波数をAOTF部8 4、90に印加することにより、正確に所望のchの光 **信号を遮断することができるが、遮断している間におい** のシフトおよびゆらぎなどにより、シフトすることがあ る。そのため、所望のchを正確に遮断するために最適 なRF信号の周波数をトラッキングする必要がある。 を使用して#15を省略することができる。

特開2000-24178.2

る。図15は、トラッキング用の変調故長と出力光との <mark>徴軸は、RF信号の周波数である。曲線2は、AOTF</mark> 節の選択特性であり、ほぼ左右対称な上に凸の曲線であ る。この図15において、光強度の最大値を与えるRF 関係を示す図である。図15の縦軸は、光強度であり、 [0138] 次に、このトラッキングについて説明す

慣号の周波数が、上述で求めた所望のchを遮断するた めに最適なRF信号の周波数である。横軸の下部の曲線 は、正弦波状のトラッキング用の変調信号であり、曲線

[0139].AOTF部84におけるトラッキングとA F部84に印加するRF債号の周波数を最適な周波数を 中心にわずかに変えて、図15に示すトラッキング用の 変調信号を生じさせる。この変調信号を10kHzから 5。図12、13、15において、リジェクト側AOT F制御CPU87は、RF債号額88を制御してAOT 〇TF部90におけるトラッキングとは、同様なので、 AOTF部84におけるトラッキングについて説明す 2の右上の曲線は、これに応じた出力光である。 1MHzの周故数、例えば、20kHzとする。

[0140] AOTF部84で遮断される所望のchの 光信号は、この変調信号成分を含んでAOTF部84に よって選択されて分岐し、PD85に入射する。PD8 5は、この光信号の光強度を検出しA/D86を介して リジェクト側AOTF制御CPU87に出力する。この ため、リジェクト側AOTF制御CPU87は、この変 瞬信号に対応した光強度の出力値を得られる。

ಜ

号で変調しても、本来、AOTF部84において遮断さ OTF制御CPU87は、A/D86の出力値が最も大 きくなるように制御する。これは、図15に示すように 信号の周波数を高い方と低い方とに極くわずか振った場 合、周波数の高い方と低い方の両方でA/D86の出力 値が小さくなれば、その中心の周波数がA/D86の出 【0141】ここで、光信号をトラッキング用の変調信 れる光信号であるから、何ら問題ない。リジェクト側A 曲線2がほぼ左右対称な上に凸の曲線であるので、RF

[0142]また、このようにA/D86の出力値が最 号の周波数を推垮することができる。ここで、RF信号 b大きくなるように制御することにより、最適なRF信 の周故数を高い方と低い方とに振る範囲は、極わずかで であるから、少なくともエ45kHz以内にする必要が ある。さもないと隣接するc hを遮断してしまうことに あるが、O.8nm間隔のWDM光信号の場合では隣接 するc h 間に対するR F 信号の周波数の差が90 k H z 力値が扱も大きくなるからである。 なるからである。

させてもほぼ同様の特性を示すから、前回に行った結果

ェクションレベルとの関係は、RF信号の周波数を変化

【0143】なお、リジェクト側AOTF制御CPU8 7 に周波数カウンタを散けた場合には、A / D 8 6の出 **力値の周期を検出することによっても扱適なRF信号の 周波数を維持することができる。すなわち、RF信号源** 88が発生するRF債号の周波数が最大値を与える周波

(18)

http://www.nsd.co.jp/share/ 多機能印刷 Fine Print 2000 試用版

数に一致する場合は、この出力値は、トラッキング用変 関信号が1周期する間に、曲線2の極大値から周波数の 高い側に1往復し、さらに周波数の低い側に1往復する **方、RF信号版88が発生するRF信号の周波数が最大** 値を与える周波数に一致しない場合は、この出力値は、 ので、この変勵信号の2倍の周波数の正弦波となる。 この変闘信号の2倍の周波数を生じない。

に極大値を与える最適なRF債母の周波数に維持するこ とができる。こうしてAOTF前84は、一度、特定故 【0144】したがって、変闘信号の2倍の周期の出力 値が得られるようにRF信号の周波数を調節すれば、常 **長の光信号を分岐・個入するRF信号の周波数が判別さ** れた後は、トラッキングによって最適なRF信号の周波 数が削御される。

で、南遠な疫闘ではないから、リジェクト個AOTF側 がない。さらに、その変閥信号を1MH2以下とするの 【0145】また、トラッキング用の変靱信号を10k Hzから1MHzの範囲内である20kHzと散定する ので、LN疫気器の可数パイアメコントロール回路用に 既にかげられている1kHzの変闘信号と混同すること [0146] 次に、受債処理部分について説明する。 御CPU87の負担となることもない。

信処理部分は、開水項1~3、16、17に配載の発明 8、121と光カプラ114、115、124と光受信 (第1の英施形像における受信処理部分の構成) この受 **装置の実施形態である。図16は、第1の実施形態にお** けるOADM装置に関し、この受情処理部分の構成を示 **寸図である。なお、AOTF部112、113とRF債** そのうちの1故を受信処理する部分のみを示し、これら を適用して構成された可変徴長週択フィルタ・OADM 母版119、122とPD117、120とA/D11 機116とからなる受信処理を行う部分300は、本受 の図に図示していない。さらに、その説明も同一である ため、以下、1 彼を受信処理を行う部分について説明す **||| 原処理部分が16被の受信処理を行うため16個ある** が、同一の構成であるため、図12および図15には、

カプラ110に入射する。光カプラ110で分岐した一 [0147] 図16において、前途の光カブラ81で分 岐した32故のWDM光信号は、2つに光を分岐する光 力のWDM光信号は、光カプラ81で32故のWDM光 俳号が分岐したか否かを確認するために、光SW97を 介してスペクトルモニタ99に入射し、OADM装置制 御CPU100によって確認される。OADM装置制御 CPU100は、WDM光信号が分岐されていることを 硫略すると、後述する分岐側AOTF側御CPU123 に情号を送信し、AOTF制御CPUi23に受信処理

9

20 DM光信号は、1×16光カブラ111に入射し、16 [0148] 一方、光カプラ110で分岐した他方のW

5光カプラを使用したが、これは、第1の実施形態にお の32故のWDM光信号に分配され分岐する。 したがっ て、1×16光カプラ111から出力されるWDM光信 で、1×16光カプラ111は、16に分配して分岐す 5ことに対応する。すなわち、仮にこのOADM装置が 8 故を分岐・挿入することができる場合には、8 に分配 けるOADM装置が16波を分岐・挿入することができ して分岐する光カプラでよい。そして、この場合には、 号には、32波の光倩号が含まれている。 なお、ここ 受債処理を行う部分300も8個でよい。

【0149】1×16光カプラ111で分配されて分岐 OTF部112は、RF信号を発生するRF信号額12 2によって印加されたRF信号の周波数に対応して特定 したWDM光信号は、AOTF部112に入射する。A 2つに光を分岐する光カプラ124で分岐される。この 光カプラ124で分岐した一方の光信号は、その光信号 の被長の光信号を入射した光信号から選択して分岐し、 方、AOTF部112で選択されて分岐した光倡号は、 **幽択されなかった光信号は、そのまま捨てられる。一** を受光して光強度を検出するPD120に入外する。

【0150】このPD120は、受光した光強度に従っ たレベルの電気信号をA/D121に出力する。A/D 121は、受債したアナログ債号をデジタル信号に変換 して分岐側AOTF制御CPU123に送信する。分岐 び単位RF信号の周波数変化に対する避択波長変化の値 関AOTF制御CPU123は、スキャン開始RF周波 数、スキャン棒TRF周披数、スキャンRFパワーおよ などのデータを蓄積したEEPROM 1 2 5 とデータ送 受債を行い、AOTF部112、113やRF債号願1 12、119などを後述するように制御する。

OTF制御CPU123によって発生するRF借号の周 改数とパワーとを制御される。一方、光カプラ124で 分岐した他方の光信号は、RF信号を発生するRF信号 岐する次段のAOTF部113に入射する。AOTF部 [0151] また、RF信号旗122は、この分岐側A **頭119によって印加されたRF債母の周波数に対応し** て特定の波長の光信号を入射した光信号から選択して分 113は、再度AOTF部112と同一chを選択して は、AOTFの故長選択特性の幅が広いことから、所望 の c hに隣接する c h からの影響をなくし確実に所望の 分岐する。このようにAOTFを2段縦続接続するの chを選択するためである。

【0152】AOTF部113によって選択されて分岐 ルの電気信号をA/D118に出力する。A/D118 は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換して分 材する。光カプラ114で分岐した一方の光信号は、そ の光信号を受光して光強度を検出するPD117に入射 する。このPD117は、受光した光強度に従ったレベ した光俳号は、2つに光を分岐する光カプラ114に入

【0154】また、この光カプラ115で分岐した他方 chの光信号が選択されて分岐されたか否かを確認する [0153] また、RF信号源119は、この分岐側A OTF制御CPU123によって発生するRF信号の周 皮数とパワーとを制御される。一方、光カプラ114で 分岐した他方の光信号は、光カプラ115に入射し、光 15で分岐した一方の光信号は、光信号を復闢して受信 の光信号は、AOTF部112、113によって所留の ため、光SW97を介してスペクトルモニタ99に入射 信号が選択されて分岐していないことを確認すると、分 F制御CPU123は、再度AOTF部112、113 る。OADM装躍制御CPU100は、所留のchの光 岐側AOTF削御CPU123に信号を送信し、AOT カプラ115で再度2つに分岐される。この光カプラ1 処理を行う光受信機116に入射し、受信処理される。 し、OADM装置制御CPU100によって確認され

おける受信処理部分との対応関係について説明する。前 [0155] (本発明と第1の実施形態における受信処 分との対応関係については、RF信号発生手段はRF信 TF制御CPU123に対応する。

長選択フィルタはAOTF部112、113とPD11*30 [0156] 請求項16、17に記載の分岐・挿入装置 と受借処理部分との対応関係については、第2の可変波

から状め、新たにRF倡号版122~送信する(#3

[0159] そして、RF信号額122は、受債した周 改数 fbdr およびパワー Padr のRF信号を発生し、A OTF部112に印加する (#35)。そして、分岐回 ている基準信号捕捉用閾値adrより大きいか小さいかを A/D121の出力値がEEPROM125に蓄積され AOTF制御CPU123は、A/D121を監視し、 判断する (#36)

から求めて、ΔÍadr およびΔÍbdr を順次に新たにR F信号頭122~送債する(#38)。

出力値の方が大きい場合には、周波数の中心をfedr か D121の出力値より Δ fadr に対するA/D121の

: 7、120とA/D118、121と分岐側AOTFM 御CPU124とEEPROM125とRF俳号版11 (第1の実施形態における受情処理部分の作用効果) 次 に、AOTF部112における分岐側AOTF制御CP U123の原御についた脱引する。

9、122とに対応する。

[0157] 分岐回AOTF制御CPU123は、OA DM装履制御CPU100から受信処理要求を受け、ど 分岐側AOTF制御CPU123は、EEPROM10 は、ch1を選択して分岐するRF倩号の周波数よりも を耽み込み、RF信号邸122へこれらのデータを送信 低い周波数に設定される。さらに、前述したようにch のchを受偖処理するか酷別する(#31)。そして、 z)」、「スキャン開始RFパワーPadr (dBm)」 1 搭積してある「スキャン開始RF周波数 Indr (H する (#32)。このスキャン開始RF周被数Indr

1を週択して分岐するRF情号の周波数は、温度に依存

を制御して受信処理を行う。

するので、EEPROM125に適当な程度開隔をおい

たその温度ごとに Ladr を複数川愈しておく。

ន

5)」を用いて、次にスキャンを行うRF債母の周波数 [0158] そして、RF信号版122は、受信した周 を監視し、A/D121の出力値がEEPROM125 小さいかを判断する。もし、小さい場合には、氏長PR 故数 fadr およびパワー(強度) Padr のRF倩号を発 c 期位されている基準信号加促用関値 a dr より大きいか C、分岐回AOTF慰御CPU123は、A/D121 生し、AOTF部112に印加する (#33)。そし OM125に潜痕されている「スキャン開係 ddr (H

34から#36までを繰り返す (#31)。 一方、分岐 がadrより大きい場合には、EEPROM125に割積 を用いて、次にスキャンを行うRF債母の周波数Afad 倒AOTF制御CPU123は、A/D121の出力値 r 、Δſbdr をそのときにRF信号版122に印加され ※ [0160] そして、公核宣AOTF慰仰CPU123 は、A/D121のH力値がadrより大きくなるまで# されている「周波数トラッキング開隔 Addr (Hz)」 ている周波数 lerd を中心にして、

方、△ fedr に対するA/D121の出力値より△fbd は、周波数の中心を ledr から ∆ l hdr に換えて、#3 ら∆ ladr に換えて、#38および#39を行う。─ r に対するA/D121の出力値の方が大きい場合に 8および#39を行う (#40)。

スキャンを行うと中心の周故数は、A/D121のH力 [0162] このようにA/D121の出力値が大きい 方の周波数を次にスキャンナる周波数の中心に換えて、

ည

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.cojp/share/

岐側AOTF制御CPU123に送信する。

理部分との対応関係)以下、本発明と第1の実施形態に 水項1~3に配載の可変数長選択フィルタと受債処理部 ROM125とに対応し、周波数制御手段は分岐側AO 8、121と分岐側AOTF制御CPU123とEEP **号頭119、122に対応し、光強度検出年段はPD1** 17、120に対応し、扱大値判別手段はA/D11

f bdr = f adr + d dr

Δfadr = fedr + Δddr Δ f bdr = f edr - Δ d dr [0161] そして、分岐側AOTF制御CPU123 2 1の出力値と A f bdr に対する A / D 1 2 1の出力値 は、A/D121を監視し、Δ fadr に対するA/D1 と比較する (#39)。そして、4 fbdr に対するA/

620

特別2000-241782

関AOTF制御CPU123は、このように極大値を判 並の極大値を与える周波数まで移動する。そして、分岐 折してスキャンを停止する (#41)。

[0163] そして、分岐側AOTF制御CPU123 は、その極大値を与える周波数をch1の周波数 f (chl)とする (#42)。そして、分岐側AOTF制御CP U123は、f(chl)、c h 1の改長、単位RF信号の 周波数変化に対する選択被長変化の値および各ch間隔 から各chを選択して分岐するためのRF信号の周波数 [0164] そして、#31から#43までの同様の制 仰により、AOTF部113についも各chを選択して 分岐するためのRF信号の周波数を算出する(#4

の同様の制御によってRF信号の周波数と選択波長との 4)。ここで、図12、16に示すようにAOTF部が 2段に縦続している場合には、光信号の進行方向に対し て前段のAOTF部112のRF信号の周波数と選択波 長との関係を判別している間は、RF倡号の周波数のス 後段のAOTF部113において#31から#43まで 関係を判別できない。このためAOTF部112のRF 信号の周波数と選択波長との関係の判別とAOTF部1 は、時分割で行う必要がある。AOTF部を多段に縦続 キャンに従い光信号が選択されて分岐してしまうので、 13のRF信号の周波数と選択故長との関係の判別と 接続した場合も同様である。

れているか否か、選択・分岐レベルはどの程度かを測定 は、光カプラ115と光SW97とを介してスペクトル モニタ99に選択・分岐後のAOTF部113から出力 される光信号を監視させ、所留の光信号が選択・分岐さ させる (#45)。そして、OADM装置制御CPU1 00は、スペクトルモニタ99からこれらのデータを受 **信して、選択・分岐レベルを分岐側AOTF制御CPU** 123に送信する。さらに、選択・分岐chを誤ってい る場合にはその警告も分岐側AOTF制御CPU123 [0165] そして、OADM装置制御CPU100 に送信する (#46)。

m) 」より大きいか否かを判断する。受借した選択・分 [0166] そして、分岐側AOTF制御CPU123 は、受信した選択・分岐レベルがEEPROM125に 岐レベルがβdrより小さい場合および警告を受信した場 て、分岐側AOTF制御CPU123は、受信処理すべ きchに対応するRF信号の周波数を演算して、その周 波数のRF信号をAOTF112、113に印加して、 合は、再度ch1のスキャンを行う(#47)。そし 所望のこれを光受信機116に受信処理させる(#4 若預されている「選択・分岐レベル関値βdr (dB

[0167] なお、上述の説明では、c h 1をスキャン が、別のchをスキャンしてこの関係を演算してもよ してRF信号の周波数と選択故長との関係を資算した

のRF信号の周波数などを用いてRF信号の周波数と選 る極大値を与えるRF信号の周波数をch2の極大値を キャンするための「スキャン開始RF周波数 fadr (H 順次同様の制御を目標のchになるまで行い、このとき は、極大値の数を計数するととともに、ch1に対応す (Hz) 」として、#32から#43の制御を行う。そ して、極大値の計数値に1を足して、ch2に対応する **垂大値を与えるRF信号の周波数をch3の極大値をス** z)」として、#32から#43の制御を行う。以下、 い。この場合には、分岐側AOTF制御CPU123 スキャンするための「スキャン開始R F 周波数 fadr **択故長との関係を演算すればよい。**

[0168] また、EEPROM125の他に分岐側A こ、そのchを選択して分岐するRF信号の周波数を探 補償することができる。したがって、正確に所望のch OT.F 剛御C P U 1 2 3 とデータの送受信を行いデータ を配値するRAMをさらに設けて、32故すべてのch のスキャンを行うようにしてもよい。このように、所留 すので、温度変化などによるRF信号の周波数シフトを のchの光信号を光受信機116で受信処理を行う前 の光信号を受信処理することができる。

【0169】次に、挿入部分について説明する。

るため16個あるが、同一の構成であるため、図12お よび図17には、そのうちの1波を生成する部分のみを (第1の実施形態における挿入部分の構成) この挿入部 hた可変波長選択フィルタ・OADM装置の実施形態で ある。図17は、第1の実施形態におけるOADM装置 に関し、この挿入部分の構成を示す図である。なお、A OTF部135、136とRF信号源139、142と PD140、143とA/D141、144と光カプラ 3 2 と光 S W 1 3 1 とからなる挿入すべき光信号を生成 **示し、これらの図に図示していない。 さらに、その説明** 5周一であるため、以下、1故を生成する部分について 分は、静水項16~20に記載の発明を適用して構成さ する部分は、本挿入理部分が16波の挿入信号を生成す 134、138、146と光変調器133と光アンプ1 説明する。

た32夜のレーザ光は、光カプラ138で合被された後 【0170】図17において、32故のWDM光信号の 各光信号の対応する故長の光を発生する32個のLDか らなるLDパンク137は、被長の異なる32被のレー ザ光を発生させ、光カプラ138に入射させる。入射し こ16に分配され分岐する。したがって、分配され分岐 、た1つのポートには、32故の故長の光が含まれてい

の周波数に対応して特定波長の光を入射した32波の光 [0171] 分配されて分岐したレーザ光は、AOTF 部136に入射する。AOTF部136は、RF信号を 発生するRF債号額139によって印加されたRF債号 (WDM光) から選択して分岐し、選択されなかった光

46で分岐される。この光カプラ146で分岐した一方 の光は、その光を受光して光強度を検出するPD140 は、そのまま捨てられる。一方、AOTF郎136で選 択されて分岐した光は、2つに光を分岐する光カプラ1

【0172】このPD140は、受光した光強度に従っ たレベルの電気信号をA/D141に出力する。A/D 141は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換 して挿入뗈AOTF制御CPU145に送信する。挿入 例AOTF制御CPU145は、スキャン開始RF周敬 数、スキャン終了RF周波数、スキャンRFパワーおよ び単位RF信号の周波数変化に対する避択波長変化の値 などのデータを蓄積したEEPROM147とデータの 送受債を行い、AOTF卸135、136やRF倡号顧 に、挿入図AOTF制御CPU145は、印加している RF信号の周波数とそのときのA/D141、144か らの出力値を蓄積するRAM148とデータの送受信を 139、142などを後述するように制御する。さら

3 [0173] また、RF信号源139は、この挿入側A OTF制御CPU145によって発生するRF信号の周 破数とパワーとを制御される。一方、光カブラ146で 分岐した他方の光信号は、RF信号を発生するRF信号 岐する次段のAOTF部135に入射する。AOTF部 は、AOTFの被長選択特性の幅が広いことから2段縦 続接続することによって、選択光の半値幅を狭くするた めである。このように半値幅を狭くすることによりこの **顔142によって印加されたRF信号の周波数に対応し** て特定の波長の光信号を入射した光信号から選択して分 135は、再度AOTF部136と同一chを選択して レーザの波長のchに隣接するchへの影響を少なくす 分岐する。このようにAOTFを2段様競技舵するの ることができる。

[0174] AOTF的136によって選択されて分岐 する。このPD143は、受光した光強度に従ったレベ は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換して挿 した光信号は、2つに光を分岐する光カプラ134に入 射する。光カブラ134で分岐した一方の光信号は、そ の光信号を受光して光強度を検出するPD143に入射 ルの電気信号をA/D144に出力する。A/D144 入倒AOTF制御CPU145に送信する。

OTF制御CPU145によって発生するRF信号の周 破数とパワーとを制御される。一方、光カプラ134で 分岐した他方の光信号は、送出すべき情報に従って入力 LDは、この光変鋼器133によって変調され挿入すべ 【0175] また、RF借号頭142は、この挿入側A した光を変闘する光変闘器133に入射する。入射した き光信号となる。この光信号は、光強度を増幅する光ア ンブ132によって増幅され、光SW131に入射す

特開2000-241782

(22)

[0176] この光SW131は、入射した光倡号を後 毀の16×1光カプラ130に入射させるか、または何 も接続していない光導波路に入射させるかを切り換え

により、RF信号の周波数と避択波長との関係を求める ためにRF信号の周波数をスキャンする間に、選択され って行われ、RF信号の周波数と遊択波長との関係を求 めるためにRF信号の周波数をスキャンする場合は、何 え、光倡号を挿入すべく16×1光カプラ130に入射 (非꿜択光)を光カブラ92と光アンプ93と光カブラ 9 4 とを介して光伝送路に送出することはないので、光 SI送路を伝送するWDM光信号とクロストークすること る。この切換は、挿入側AOTF制御CPU145によ させる場合は、16×1光カプラ130に入射させるよ うに切り換える。このように光SW131を散けること なかった光 (非選択光) を16×1光カプラ130に入 5接続していない光導波路に入射させるように切り換 **材させることがない。このため、選択されなかった光**

92に入射する。光カプラ92に入射した合故された光 9 9 4 とを介して、WDM光信号として光伝送路に送出 6×1光カプラ130に入射し、この16×1光カプラ によって他の挿入すべき光信号と合波されて、光カプラ **閣号は、前途したようにリジェクト部分によって趣断さ** れなかった光個号と合故されて、光アンプ93と光カブ [0177] 光SW131から出力された光信号は、 され、次のノードへ送信される。 ೫

【0178】 (本発明と第1の実施形態における挿入部 分との対応関係)以下、本発明と第1の実施形態におけ 6、17に配載の分岐・挿入装置と挿入理部分との対応 関係については、第3の可変被長避択フィルタはAOT F部135、136とPD140、143とA/D14 1、144と挿入倒AOTF制御CPU145とEEP る挿入部分との対応関係について説明する。 請求項1 ROM147とRF信号頭139、140とに対応す [0179] 請求項18、19に記載のスペクトルモニ タと挿入部分との対応関係については、記憶手段はRA る。 請求項20に配載の配載の分岐・挿入装置と挿入理 45とEEPROM147とRAM148とRF倡号碩 部分との対応関係については、第3の可変故長選択フィ 139、140と光SW131とに対応し、選択制御手 ルタはAOTF部135、136とPD140、143 **とA/D141、144と挿入側AOTF制御CPU1** M148に対応し、遮断手段は光SW13-1に対応す 段は挿入側AOTF制御CPU145に対応する。

PU100から挿入許可を受け、どのchの光信号を生 【0180】 (第1の実施形態における挿入部分の作用 AOTF制御CPU145の制御について説明する。挿 効果) 次に、AOTF部135、136における挿入側 入側AOTF制御CPU145は、OADM装置制御C

次すべきか観別する(#51)。

に印加し、所<u>留のchの光を光変</u>關器133に入射させ る。この所留のchの光は、光変鯛器133で送出す~< 【0181】 相入側AOTF制御CPU145は、光S うに切り換える (#52)。 この後のRF俳号の周波数 と選択波長との関係を判別する制御は、前述の#42か ら#48と同様に考えることができるので、その説明を W131を何も接続していない光導被路に入射させるよ は、抑入すべきchに対応するRF信号の周披数を演算 して、その周波数のRF/慣身をAOTF135、136 き情報に基づいて変闘され、挿入すべき光信号が生成さ 省略する。そして、個人側AOTF制御CPU145

PU145は、前述の#32と#44までの制御の間に る前に、そのchを選択して分岐するRF信号の周波数 トを傾儺することができる。したがって、正确に所留の c h の光信号を仰入することができる。一方、スペクト の周波数とその周波数に対するA/D141、144か [0182] このように、所留のchの光俳号を生成す を探すので、温度変化などによるRF債号の周波数シフ ルモニタとして助作するときは、挿入倒AOTF制御C おいて、スキャン周波数を変えたときに、そのRF倡号 らの出力値の極大値をRAM145に配億する制御を行 うこと以外#32から#44と同様の制御を行うので、 その説明を省略する。

の故長とそのときの光強度とを検出するスペクトルモニ [0183] そして、柳入卿AOTF制御CPU145 は、RF信号の周波数と週択故長との関係に基づいてA /D141、144からの出力値とレーザの波長との対 応付けを行う。このように制御することにより、レーザ タとして使用することができる。

送情する。そして、リジェクト側AOTF制御CPU8 M装置において、光信号を分岐・挿入する場合の全体の 開御について説明する。図12、13、16,17にお いて、OADM装置制御CPU100は、どのchを遮 断すべきかリジェクト側AOTF側御CPU87に送信 7 は、上述のトラッキングを行い、股適な遮断状態を維 [0184] 次に、この第1の奥施形側におけるOAD する。この信号を受けたリジェクト側AOTF制御CP U87は、上述の#1か5#19の制御を行い、所留の c h を遮断したことをO A D M装置制御C P U 1 0 0 に

2 3 は、上述の#31から#48の制御を行い、所留の [0185] 信号を受けたOADM装置制御CPU10 9を介して所紹のchを遮断したことを確認すると、ど 0は、光カプラ91と光WS97とスペクトルモニタ9 のchの光信号を受信処理するか分岐側AOTF側御C PUI23に送信し、さらに、どのchに光信号を挿入 【0186】個母を受けた分岐側AOTF制御CPU1 すべきか挿入啣AOTF関御CPU145に送信する。

脚を行い、所留のchの光信号を生成したことをOAD c hの光俳号を受俳処理したことをO A DM装置制御C PU100に送信する。また、信号を受けた挿入側AO IF剛御CPU145は、上述の#51から#53の制 M装置間御CPU100に送信する。この信号を受けた OADM装置制御CPU100は、光カプラ94と光W S97とスペクトルモニタ99を介して所望のchの光 **自号が挿入されたことを確認する。**

[0187] こうして、所望のchの光信号は、分岐 挿入される。次に、別の実施形態について説明する。

6、7、13、16に記載の発明を適用して構成された (第2の実施形態の構成) 第2の実施形態は、 請求項 可変被長選択フィルタ・OADM装置の実施形態であ [0188] 図18は、第2の実施形態におけるOAD M装置の構成を示す図である。図18において、32被 のWDM光信号は、光強度を増幅する光アンプ150に よって増幅され、光カプラ151に入射する。WDM光 **信号には、この光アンプ150によってASEが重畳さ** F部1の入力側に入射する。一方、分岐した他方のWD れる。この光カプラ151は、入射したWDM光信号を 2つに分岐する。分岐した一方のWDM光信号は、1枚 のニオブ酸リチウム基板上にAOTF部1とAOTF部 2とを形成したAOTFユニット153におけるAOT M光信号は、AOTF部2の入力側に入射する。

PUによって制御される。AOTF部1は、16故の光 [0189] このAOTFユニット153は、不図示の F部2を同一温度となるように後述するAOTF制御C **信号を生成することができる光倩号生成回路152から** WDM光信号に挿入し、この挿入と同時にこのRF信号 58によって発生するRF信号の周波数とパワーとを制 ペルチェ繋子によって2つのAOTF部1およびAOT の周波数に応じた波異の光信号をWDM光信号から選択 して分岐する。この印加されるRF倡号は、RF倡号源 入外する光信号を印加されるRF信号の周波数に応じて 161によって発生し、AOTF制御CPU158によ 5。また、RF信号頭161は、AOTF制御CPU1 って切換制御されるスイッチ162を介して印加され 卸される。

[0190] また、分岐した光信号は、16波の光信号 し、受信処理される。一方、AOTF部1を通過するW DM光信号は、光信号生成回路152からの光信号を挿 路に送出し、次段のノードに送信する。また、分岐した を受信処理することができる受信処理回路154に入射 入されて、光カプラ155に入射する。光カプラ155 は、このWDM光信号を2つに分岐して、一力を光伝送 他方を光WS156に入射する。

[0191] --方、光カブラ151で分岐した32故の WDM光信号は、AOTFユニット153におけるAO TF部2の人力側に入射する。このAOTF部2は、R

F 信号の周波数と選択波畏との関係を判別するために使 号を入射したWDM光信号から選択して分岐する。選択 用される。AOTF部2は、RF信号頭161によって されなかったWDM光信号と選択され分岐した光信号と **印加されたRF信号の周波数に対応して特定波長の光信** ともに、光SW156に入射する。

れた光信号をスペクトルモニタ157に入射させる。ス によって光SW156に入射するいずれの光信号をスペ クトルモニタ157に入射させるかを制御され、指示さ ペクトルモニタ157は、検出した光の故長とその光強 度とをAOTF制御CPU158に出力する。AOTF した光の波長と光強度とをRAM159に蓄積する。ま た、AOTF制御CPU158は、ASEリジェクトR F周波数、ASEリジェクトRFパワーおよび単位RF い、AOTFユニット153、RF債号似161および 【0192】光SW156は、スペクトルモニタ157 同御CPU158は、スペクトルモニタ157から受信 信号の周波数変化に対する顕択被長変化の値などのデー タを蓄積したEEPROM160とデータの送受債を行 スイッチ 162を後述するように制御する。

とEEPROM160に対応し、周波数演算手段はAO 以下、本発明と第2の実施形態との対応関係について説 し、RF債号発生手段はRF債号源161に対応し、ス 明する。 静水項6に配載の可変波長避択フィルタとの対 ペクトルモニタはスペクトルモニタ157に対応し、彼 長判別手段はAOTF制御CPU158とRAM159 [0193] (本発明と第2の実施形態との対応関係) 応関係については、光増幅器は光アンプ150に対応 TF制御CPU158とEEPROM160に対応す 【0194】 請水項7に配載の可変波長選択フィルタと の対応関係については、RF借号発生手段はRF信号版 157に対応し、周波数演算手段はAOTF制御CPU 158とEEPROM160に対応する。 翻水項13に 記載の可変波長選択フィルタは、AOTFユニット15 3に対応し、温度制御手段はペルチェ素子とAOTF制 1 6 1 に対応し、スペクトルモニタはスペクトルモニタ **貧CPU158に対応する。**

理部分との対応関係については、第1の可変被長選択フ イルタはAOTFユニット153とRF債号頭161と 【0195】 請求項16に配載の分岐・椰入装置と椰入 スペクトルモニタ157とAOTF側御CPU158と EEPROM1602RAM159221922 に対応する。

(第2の実施形態の作用効果) AOTF制御CPU15. 8は、光倡号をAOTF部1によって分岐・挿入する前 に、AOTF部2を使用して、その温度におけるRF信 号の周波数と選択波長との関係をAOTF部2を使用し [0196] AOTF部1とAOTF部2とは、同一基

22

(54)

特開2000-241782

板上に形成されていることから、その単位RF信号の周 数数変化に対する題权被長変化の値などの群特性はほぼ AOTF師2におけるRF信号の周波数と週択被長との とAOTF部2とは、同一の温度であるから、判別した 同一である。また、ペルチェ索子によってAOTF部1 関係は、そのままAOTF部1に当てはまる。

時に影響を与えることなく、RF債母の周波数と週状波 精果を用いるので、光伝送路を伝送するWDM光信号か [0197] このため、光伝送路を伝送するWDM光信 艮との関係を判別することができる。そして、判別した **次に、RF信号の周波数と選択波及との関係を求める手** ら所図の光倩号を正确に分岐・抑入することができる。 原について脱刃する。

F部1に印加しないようにする (#61)。そして、A てある「ASEリジェクトRF周波数」、「ASEリジ 62を切ってRF倡号版161からのRF倩号をAOT [0198] AOTF制御CPU158は、スイッチ1 OTF慰御CPU158は、EEPROM160階位し エクトRFパワー」を能み込み、RF債号買161~こ れらのデータを送信する (#62)。

故数およびパワーのRF債号を発生し、AOTF削1に 印加する (#63)。そして、AOTF関節CPU15 題択して分岐しない(AOTF師2を通過する)光信号 [0199] そして、RF情母版181は、受信した周 8は、スペクトルモニタ157にAOTF部2において は、光SW156に指示してAOTF部2において選択 して分岐しない光情号をスペクトルモニタ157に入射 をモニタするように側御し、スペクトルモニタ157 させるように制御する(#64)。

M光信号の波長帯域にわたって光の故長とその波長にお ける光強度とをモニタして、その結果をAOTF郁制御 [0200] そして、スペクトルモニタ157は、WD CPU158に送信する (#65)

33

そして、AOTF側御CPU158は、これらの吸信デ - タを- ERAM159に 監修する (#66)。 [0201] そして、AOTF制御CPU158は、割 僚したデータを解析してASEの楓みを検索する(#6 7)。この検索は、一定の関値を設定し、その関値以下 の光強度の範囲において、光強度の極小値を判別するこ とによって行うが、この平法は、第1の実施形態で脱列 した極大値を求める手法と同様の考えによって行うこと \$

単位RF信号の周波数変化に対する避択被長変化の値お [0202] そして、AOTF慰御CPU158は、こ よび各ch周隔から各chを選択して分岐するためのR の極大値を与える被長、ASEリジェクトRF周被数 F信号の周波数を算出する(#68)。

[0203] そして、AOTF158は、所銘のchに 対応するRF個母の周波数を発生するようにRF個母額 161を制御する。さちに、スペクトルモニタ157に

AOTF部2において選択して分岐された光信号をモニ タするように制御し、スペクトルモニタ157は、光S W156に指示してAOTF部2において選択して分岐 された光信号をスペクトルモニタ157に入射させるよ うに制御する(#69)。

御CPU158は、確認の結果所望のchの光信号が分 [0204] そして、スペクトルモニタ157は、その モニタ結果をAOTF部制御CPU158に送信し、A OTF制御CPU158は、所望のchの光信号が分岐 されたか否か確認する (#70)。そして、AOTF制 RF個号額から発生する所望のchに対応するRF信号 1)。こうして、所望のchの光信号が正確に分岐・梅 の周波数がAOTF部1に印加されるようにする (#7 妓されている場合には、スイッチ162をオンにして、

OTF部2によって、そのchを分岐・挿入するRF信 直接判別し、このASEの改長とそのときのRF信号の 【0205】—方、AOTF制御CPU158は、確認 は、#61から#70を繰り返す。このように、所望の c h の光信号を分岐・挿入する前にR F 信号確認用のA 号の周波数を探すので、温度変化などによるRF信号の 周波数シフトを補償することができる。したがって、正 [0206] なお、第2の実施形態においては、スペク トルモニタ157においてAOTF部2を通過した光信 57によってAOTF部2で選択され分岐したASEを 固波数とから、RF伯号の周波数と週択波長との関係を 号からASEの髷みを判別したが、スペクトルモニタ1 確に所望のchの光倡号を受信処理することができる。 の結果所望のchの光信号が分岐されていない場合に 資類してもよい。

窟みの判別は、第1/の実施形態で説明した極大値を求め [0207] また、第2の実施形態において、ASEの る手法と同様の考えによって行ったが、AOTF部2に ASEリジェクトRF周波数を印加した場合のスペクト ルモニタ157の出力値とAOTF部2にASEリジェ クトRF周波数を印加しない場合のスペクトルモニタ1 57の出力値との差をとることによっても判別すること

(第3の実施形態の構成) 第3の実施形態は、請求項8 ~10、16に配載の発明を適用して構成された可変波 9は、第3の実施形態におけるOADM装置の構成を示 長週択フィルタ・O A D M装置の実施形態である。図 I [0208] 次に、別の実施形態について説明する。

が散けられている。このPBS176は、光伝送路から 亀作用を示すニオブ酸リチウムの基板に第1の光導被路 [0209] 図19において、AOTF部170は、圧 172と第2の光導被路173とを形成する。これら光 9、これら2*つの交叉*する部分にPBS176、177 尊被路172、173は、互いに2箇所で交叉してお

す図である。

を進行する。また、PBS176は、8波の光信号を生 ードとTEモードとに分離し、分離したTMモードのW DM光信号は、第1の光導被路172を進行し、分離し 成することができる光信号生成回路181から第1の光。 導波路172に入射した挿入すべき挿入光信号をTMモ ードとTEモードとに分離し、分離したTMモードの挿 入光信号は、第1の光導故路173を進行し、分離した TEモードの光信号は、第2の光導波路173を進行す 第1の光導波路172に入射したWDM光信号をTMモ たTEモードのWDM光信号は、第2の光導波路173

る第1の光導波路172上には、金属膜の第1のSAW 5第1の1DT174にRF信号を印加することによっ 7.4に印加するRF信号は、後述するAOTF制御CP ド175には、櫛を交互にかみ合わせた形状の電極であ て発生する弾性表面波が伝搬する。この第1のIDT1 U191によってRF信号の周波数と信号強度とが制御 【0210】PBS176とPBS177との間におけ ガイド175が形成されている。この第1のSAWガイ されるRF信号頭171で発生する。

極である第2の1DT179にRF債号を印加すること [0211] また、PBS176とPBS177との間 における第2の光導被路173上には、金属膜の第2の SAWガイド178が形成されている。この第2のSA Wガイド178には、櫛を交互にかみ合わせた形状の電 DT179に印加するRF信号は、AOTF制御CPU 191によってRF信号の周波数と信号強度とが制御さ によって発生する弾性表面波が伝搬する。この第2の1 れるRF信号頭180で発生する。

長のみが、TMモードからTEモードに入れ替わる。同 の周期的な変化が発生する。第2の光導波路173を進 行するTEモードのWDM光信号および挿入光信号のう ちこの屈折率の周期的な変化と相互作用をする波長のみ 【0212】第1の光導波路172は、第1のSAWガ **イド175と交叉する部分において、弾性表面酸による** 屈折率の周期的な変化が発生する。第1の光導波路17 2を進行するTMモードのWDM光信号および挿入光信 导のうちこの屈折率の周期的な変化と相互作用をする波 **旗に、第2の光導波路173は、第2のSAWガイド1** 78と交叉する部分において、弾性表面液による屈折率 が、TEモードからTMモードに入れ替わる。

[0213] そして、この入れ替わったWDM光信号お bる。このため、相互作用をした被長のWDM光倡号の み第1の光導波路172を進行して、分岐光信号として 分岐し、光カプラ183に入射する。一方、相互作用を しなかった被長のWDM光信号は、第2の光導波路17 よび挿入光倡号は、PBS177によって進行方向が変 3を進行して、通過WDM光信号として通過し、光伝送

【0214】また、相互作用をした波長の挿入光信号

20

(56)

特開2000-241782

カプラ183によって3つに分岐する。分岐した第1の 7.3を進行して、WDM光信号として光伝送路に送出さ れる。光カプラ183に入射した分岐光信号は、この光 分岐光信号は、8 故の光信号を受信処理することができ は、通過するWDM光信号に挿入され第2の光導波路! る受信処理回路182に入射し、受信処理される。

を受光して光強度を検出する P D 1 8 5 に入射する。こ したアナログ信号をデジタル信号に変換してAOTF削 一ドの分岐光信号は、その分岐光信号を受光して光強度 受光した光強度に従ったレベルの電気倡号をA/D18 8に出力する。A/D188は、受信したアナログ信号 をデジタル信号に変換してAOTF制御CPU191に [0215] 分岐した第2の分岐光信号は、PBS18 分離されたTMモードの分岐光信号は、その分岐光信号 のPD185は、受光した光強度に従ったレベルの電気 御CPU191に送信する。同様に、分離されたTEモ 借号をA/D187に出力する。A/D187は、受信 4に入射し、TMモードとTEモードとに分離される。 を検出するPD186に入射する。このPD186は、

[0216]また、分岐した第3の分岐光信号は、その 射する。このPD189は、受光した光強度に従ったレ 0は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換して AOTF制御CPU191に送信する。このAOTF制 分岐光倡号を受光して光強度を検出するPD189に入 ペルの電気信号をA/D190に出力する。A/D19 卸CPU191は、各種データを蓄積したEEPROM 192からデータの送受信を行い、RF信号版171、 180を後述するように制御する。

し、第2のRF信号印加手段は第2の1DT179と第 2のSAWガイド178とに対応し、第2の偏光手段は 以下、本発明と第1の実施形態との対応関係について説 明する。請水項8に記載の可変被長選択フィルタと第3 の実施形態との対応関係については、第1の偏光手段は PBS176に対応し、第1のRF信号印加手段は第1 [0217] (本発明と第3の実施形態との対応関係) のI D T 1 7 4 と 第 1 の S A W ガイド 1 7 5 と に 対応 PBS177に対応する。

第2の実施形態との対応関係については、第1のRF信 [0218] 請求項9に記載の可変被長選択フィルタと DT119と第2のSAWガイド178とに対応し、R 号印加手段は第1の1DT174と第1のSAWガイド D189に対応し、最大値判別手段はA/D190とA OTF制御CPU191とEEPROM192とに対応 し、周波数制御手段はAOTF制御CPU191に対応 **間号版180とに対応する。また、光強度検出手段はP** 175とに対応し、第2のRF信号印加手段は第2の1 F信号発生手段は第1のRF信号源171と第2のRF

2 【0219】請水項10に記載の可変被長勤択フィルタ

手段はPBS184に対応し、第1の光強度検出手段は PD185に対応し、第2の光強度検出手段はPD18 2とに対応し、周波数制御手段はAOTF制御CPU1 と第2の実施形態との対応関係については、第3の偏光 188とAOTF制御CPU191とEEPROM19 6 に対応する。また、最大値判別手段はA/D187、 9.1 に対応する。

の実施形態との対応関係については、第1の可変被長選 802PBS1842PD185, 186, 1892A /D187、188、190とAOTF制御CPU19 [0220] 請求項16に記載の分岐・挿入装置と第2 RフィルタはAOTF部170とRF倩号頭171、 I とEEPROM 1 9 2とに対応する。 (第3の実施形態の作用効果) AOTF制御CPU19 1は、光信号をAOTF部170によって分岐・挿入す 5前に、PD189とA/D190とを介して受信する 出力値を使用して、その温度におけるRF債号の周波数 と選択波長との関係を判別する。具体的には、以下のよ う判別する。 [0221] AOTF制御CPU191は、EEPRO M1.92蓄積してある「TMモードスキャン開始RF周 故数」、「TEモードスキャン開始RF周破数」、「ス 【0222】AOTF制御CPU191は、RF信号原 キャン開始RFパワー」を甑み込み込む(#80)。

171~「TMモードスキャン開始RF周波数」および 「スキャン開始RFパワー」を送信し、RF信号版18 0~「TEモードスキャン開始RF周波数」および「ス て、AOTF制御CPU191は、常にRF倡号版17 キャン開始RFパワー」を送信する (#81)。 そし

1とRF信号頭180との周波数が一致するようにこれ らのRF倡号頭171、180を制御して、第1の実施 形態において説明した#34から#41と同様の制御に より、第1の光導波路172に印加されるRF倡号の周 **被数と第2の光導被路に印加されるRF信号の周波数と** が同一の場合の最大値を判別する(#82)。このとき のRF倩号の周波数を共通最大値周波数と称することと

8

[0223] そして、AOTF制御CPU191は、ま ず、第2の光導破路173にRF信号を印加するRF信 母原180を共通最大値周波数に固定し、第1の光導故 路172にRF信号を印加するRF信号頭171を共通 最大値周波数の前後に亘る一定の範囲内においてスキャ ンして、第1の実施形態において説明した#4から#1 1と同様の考え方によって、TMモードに対する最大値 を判別する (#83)。 \$

[0224] そして、AOTF制御CPU191は、次 に、第1の光導被路172にRF信号を印加するRF信 **号頭171を#83で判別した最大値を与える周波数に** 固定し、第2の光導被略173にRF信号を印加するR F 信号順180を共通最大値周波数の前後に亘る一定の 特開2000-241782

(88)

説明した#4から#11と同様の考え方によって、TE 6個内においてスキャンして、第1の実施形態において モードに対する権大値を判別する(#84)。

1を固定して、TEモードに対する最大値を判別し、次 に、#84においてRF佰号蹴180を固定して、TM [0225] もちろん、#83においてRF信号版17 モードに対する最大値を判別してもよい。

改長、単位RF信号の周波数変化に対する週収被長変化 Mモードの最大値を与えるRF信号の周波数、ch1の [0226] そして、AOTF制御CPU191は、T の値および各ch開隔から各chを選択して分岐するた めのTMモードにおけるRF信号の周波数と選択波畏と の関係を算出する (#85)。そして、AOTF制御C **吹して分岐するためのTEモードにおけるRF信号の周** PU191は、TEモードの最大値を与えるRF倡号の BB数数、c h 1 の被長、単位RF債号の周波数変化に対 する選択波長変化の値および各ch開隔から各chを選 收数と週択被長との関係を第出する (#86)。

開入する前に、そのchを分岐・抑入するRF債母の周 破数を探すので、温度変化などによるRF倡母の周波数 TMモードに入れ替える及適なRF俳号の周波数とTM モードをTEモードに入れ替える最適なRF債号の周波 数とは、互いに異なるが、このような構成とすることに **た細かい関盤をすることができるから、筑3の実施形態** [0227] このように、所聞のchの光信号を分岐・ シフトを補償することができる。さらに、TEモードを より、各モードに対し異なる周波数のRF信号を印加し におけるOADM装置は、正确に特定波長の光信号を分 岐・挿入することができる。

[0228] ここで、光伝送路において偏光がゆっくり Mよりも個光がゆっくり回転している場合には、A/D 回転している場合、すなわち、AOTF制御CPU19 1がRF債号版171、180に周波数のデータを送信 してその周波数に対するA/D190の出力値を得る時 ドにおけるRF信母の周波数と選択政長との関係を得る 190の出力値ではなく、A/D187、188の出力 値を使用することにより、より正确にTMモードにおけ るRF倩号の周波数と週択故長との関係およびTEモー ことができる。

り、TMモードにおけるRF債母の周波数と選択波長と て、A/D190の出力値の代わりにA/D187の出 力値とA/D188の出力値との平均値を用いる。そし する場合には、A/D190の出力値の代わりにTEモ て、#83において、TMモードに対する最大値を判別 TEモードに対する最大値を判別する場合には、A/D 190の出力値の代わりにTMモードのA/D187の 出力値を用いる。このようにしてAOTF制御CPU1 ードのA/D188の出力値を用い、#84において、 [0229] この場合には、#80から#82におい 91は、#80から#86までの制御をすることによ

の関係および丁EモードにおけるRF信号の周波数と選 択波長との関係を算出することができる。

をより厳密に判別することができる。このため、第3の 異施形態におけるOADM装置は、より正確に特定被長 **【0230】このように分岐光備号をPBS184によ** 2を進行する光信号とRF信号頭171によって印加さ れるRF倡号との相互作用をより厳密に判別することが できる。第2の光導波路173を進行する光信号とRF **信号源180によって印加されるRF信号との相互作用** って各モードごとに分離するので、第1の光導波路17 の光信号を分岐・挿入することができる。

では、光を分岐・挿入する前にその温度におけるRF俏 号の周波数と選択波長との関係を判別するから、温度変 第1の光導波路と第2の光導波路とにRF信号を個別に 周波数を変えて印加することができるので、所定波長の 光を分岐・挿入するために微妙な調盤を行うことができ 【発明の効果】 静水項1ないし静水項13に記載の発明 比や経年変化などが生じても所定改畏の光を分岐・挿入 することができる。特に、簡水項8に配帳の発明では、

20

第1の光導波路を進行する光とRF倡号との相互作用お よび第2の光導被路を進行する光とRF倡号との相互作 用を個別に關べて、第1の光導破路と第2の光導被路と にRF信号を個別に周波数を変えて印加することができ [0232] また、開水項9、10に配載の発明では、

るので、所定改長の光を分岐・樺入するために微妙な關

光信号を充分に遮断することができるので、RF信号の 周波数と選択波長との関係をスキャンして判別する開光 情号を光伝送路などに送出することがない。 このため光 伝送路を伝送する光信号にクロストークなどの影響を与 るから、温度変化や経年変化などが生じても所定被長の [0233] 請求項14に記載の発明では、所定被長の えることがない。 酵水項15ないし酵水項17に記載の 発明では、WDM光信号を分岐・挿入する前にその温度 におけるRF俳号の周波数と選択被長との関係を判別す 光を分岐・椰入することができる。 盤を行うことができる。

項1または酢水項2に配載の可変被長週択フィルタを利 用することによってスペクトルモニタを実現することが できる。 静水項20に記載の発明では、 静水項1または [0234] 開水項18、19に配載の発明では、開水 によってスペクトルモニタの機能を兼ね備えたOADM 請求項2に記載の可変被長選択フィルタを利用すること **英間を実現することができる。**

ş

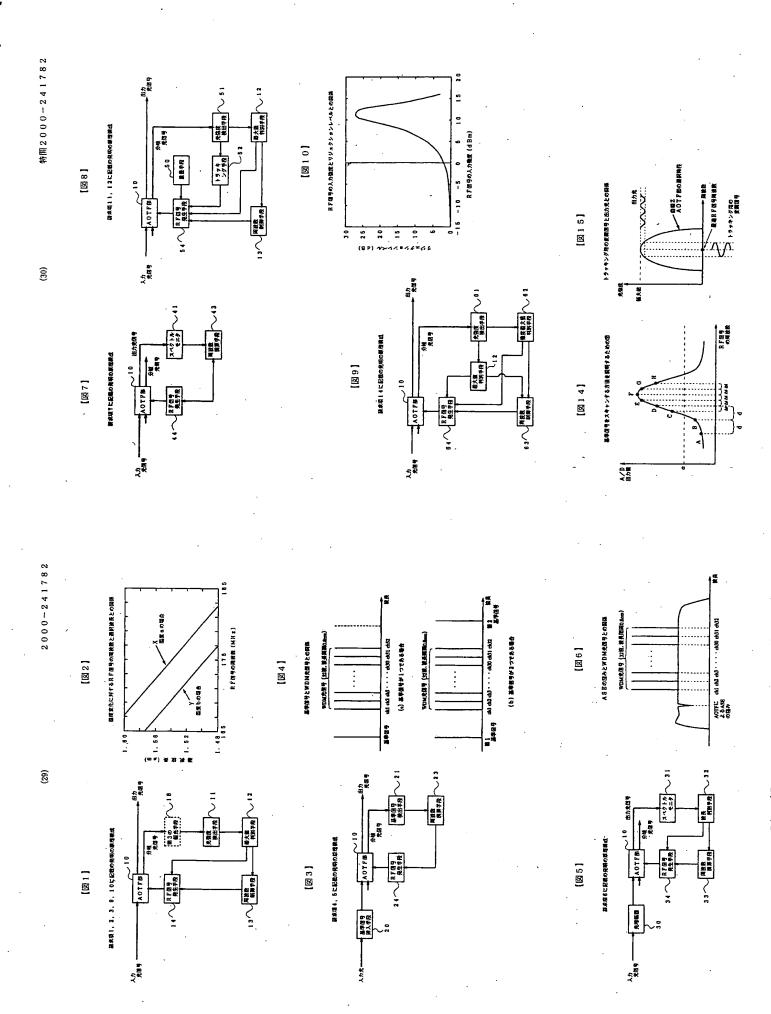
[図面の簡単な説明]

[図1] 開水項1, 2, 3, 9, 10に配載の可変被長 **国択フィルタの原理構成を示す図である**

【図2】温度変化に対するRF信号の周波数と選択波長 との関係を示す図である。

8

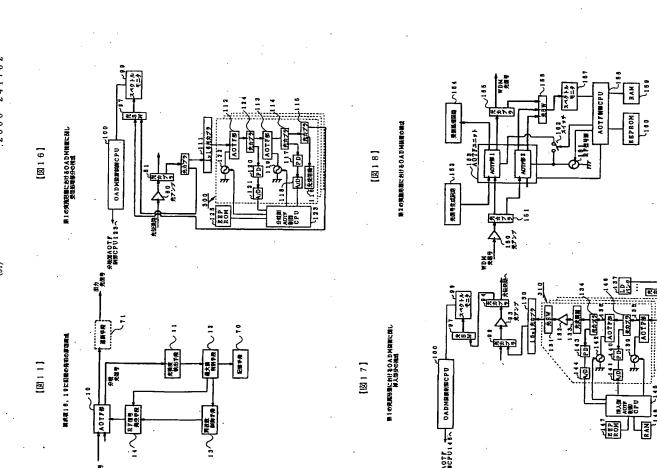
84, 90, 112, 113, 135, 136 AOT 101, 125, 147, 160, 192 EEPRO 85, 95, 117, 120, 140, 143; 18 88, 98, 119, 120, 139, 142, 16 RF情号発生手段 23、33、43、63 周波数向算手段 87 リジェクト個AOTF制御CPU .58,191 AOTF制御CPU 145 何入側AOTF制御CPU 少板 意×OTF 単値C P D 1、171、180 RF傳母觀 5 4 99、157 スペクトルモニタ 100 OADM栽園愈管CPU 152、181 光傳身生成回路 177, 184 PBS 31、41 スペクトルモニタ 154、182 受信処理回路 175 M10SAW#4F 筑2のSAWガイド 24, 34, 44, 抽度最大值判別手段 5, 186, 189 PD AOTFユニット トラッキング年段 基準值导揮入手段 2.1 基準信号検出手段 148, 159 RAM 第2の光導故路 174, 179 IDT 第1の光導被路 18 第3の偏光年段 83、89 光カプラ 3.2 波長判別年段 82 基準債身額 62 スイッチ 151 光カプラ 30 光焰幅器 ∦SW 爪船手段 配值手段 遮斯手段 米アング 123 176, 131 53 173 178 2 0 172 . 4 . 5 2 5 0 6 2 7 0 8 0 戶部 2 2 8 ę [図3] 開求項4, 5に配載の可変波畏選択フィルタの 【図6】ASEの種みとWDM光倩号との関係を示す図 [図4] 基準信号とWDM光信号との関係を示す図であ [図5] 開水項6に配載の可変被長選択フィルタの原理 [図7] 請求項7に配載の可変被長避択フィルタの原理 [図8] 請求項11, 12に配載の可変波長選択フィル [図9] 請求項14に配載の可変被長選択フィルタの原 【図10】RF信号の入力独度とリジェクションレベル 【図12】第1の実施形態におけるOADM装配の構成 【図14】基準信号をスキャンする方法を説明するため [図11] 酢水項18, 19に配破のスペクトルモニタ 【図15】トラッキング用の変調信号と出力光との関係 【図18】第2の実施形態におけるOADM装置の構成 【図19】第3の実施形態におけるOADM装置の構成 [図21] AOTFを用いたOADM装置の第1の基本 [図22] AOTFを用いたOADM装置の第2の基本 [図13] 第1の実施形態におけるOADM装置に関 【図16】第1の実施形態におけるOADM装置に関 [図17] 第1の実施形態におけるOADM装置に関 [図20] 従来のAOTFの構成を示す図である。 し、リジェクト部分の構成を示す図である。 し、受信処理部分の構成を示す図である。 し、挿入部分の構成を示す図である。 1、51、61 光強度検出手段 **y**の原理構成を示す図である。 の原理構成を示す図である。 原理構成を示す図である。 との関係を示す図である。 里構成を示す図である。 構成を示す図である。 最大值判別手段 周波数制御手段 構成を示す図である。 構成を示す図である。 構成を示す図である。 を示す図である。 を示す図である。 を示す図である。 を示す図である。 0 AOTF [作号の説明] の図である。 3



多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

第1の実施形態におけるOADM数限の構成

[図12]



8817 MAR I^J **以公司** AOTF Bala CPU EEP ~14 本 78~ (10 1 × FEP FEP FIS5 300 **福子TO** 路裁斗外 0 6 E 8 7 1 2 4 6 8 号言章基 康光 100

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

| 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 10

2000-241782

(72)発明者 磨礫 芳広 神奈川県懐弥市穂北区新樹族2丁目3番9 号 高士通ディジタル・テクノロジ株式会 社内

种奈川県横浜市港北区新横浜2丁目3番9 り 富士通ディジタル・テクノロジ株式会 社内 (72)発明者 人保寺 和昌

Fターム(参考) 211079 AA04 AA12 BA02 CA07 EA05

EB23 FA03 FA04 IIA07 KA06 5K002 BA02 BA04 BA05 CA05 CA13 DA02 EA05 FA01